# COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

# DES SÉANCES

# DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 55.

# COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

# DES SÉANCES

# DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

*En date du 13 Juillet 1835,*

**PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.**

**TOME CENT DIX-NEUVIÈME.**

JUILLET — DÉCEMBRE 1894.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1894

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

### SÉANCE DU LUNDI 2 JUILLET 1894,

PRÉSIDENCE DE M. LŒWY.

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur la phénylhydrazine. Action de l'oxygène et action de l'eau; formation des sels*; par M. **Berthelot**.

« Ayant eu occasion, dans ces derniers temps, d'employer la phénylhydrazine dans mes recherches de Physiologie végétale, j'ai fait diverses observations qui me paraissent mériter d'être signalées, en raison de leur application à l'usage de ce précieux réactif. Elles sont relatives à l'action de l'oxygène libre, qui en dégage de l'azote à froid, réaction exceptionnelle et du plus haut intérêt; à l'action de l'eau; enfin à la formation des combinaisons salines, qui donne lieu à des observations dignes de remarque pour la Statique chimique.

I. — Action de l'oxygène libre.

» 1. La phénylhydrazine, exposée au contact de l'air, ne tarde pas à jaunir et à s'altérer. Cette altération est plus manifeste encore lorsqu'on opère sur les dissolutions de la phénylhydrazine dans l'eau pure, ou dans les acides. Ces dissolutions brunissent et déposent une matière insoluble. Mais l'altération n'a pas lieu lorsqu'on opère dans une atmosphère absolument exempte d'oxygène, ou de gaz oxydant. En raison de ces circonstances, le réactif doit toujours être employé à l'état frais.

» J'ai étudié de plus près cette oxydation, en opérant en présence d'un volume d'oxygène exactement mesuré, soit à froid, soit à 100°; dans ce dernier cas en ballons scellés. L'hydrazine était pesée exactement et employée soit pure et anhydre, soit dissoute dans une proportion équivalente d'acide chlorhydrique étendu, c'est-à-dire à l'état de chlorhydrate :

$$C^6H^8Az^2.HCl,$$

tantôt pur, tantôt mélangé avec son équivalent d'acétate de soude, tel qu'on a coutume de l'employer. Il contenait $\frac{1}{3}$ d'équivalent d'alcali par litre, dans mes essais.

» 2. C'est pour ce dernier cas que l'action est la plus nette. Lorsqu'elle est poussée jusqu'à son terme, à 100°, ce qui exige une douzaine d'heures, elle donne lieu à l'absorption d'un atome d'oxygène et à un dégagement d'un atome d'azote, de telle sorte que le volume gazeux ne change pas.

$$C^6H^8Az^2.HCl \text{ étendu} + O \quad \text{dégage} \quad Az.$$

» Les mêmes rapports de volumes s'observent pendant toute la durée de l'expérience; ils ont été obtenus également avec une action poussée seulement à la moitié de sa limite, poussée au tiers, et même seulement au sixième; dernier essai qui a été réalisé à froid, vers 15°, dans l'espace d'un jour.

» Dans ces conditions, il se sépare des liqueurs un composé huileux, incristallisable, qui répond aux propriétés de la diphénylhydrazine $C^{12}H^{12}Az^2$ : toutefois, l'analyse n'en a pas été faite. Sa formation explique bien la réaction observée :

$$2C^6H^8Az^2 + O^2 = C^{12}H^{12}Az^2 + Az^2 + 2H^2O.$$

» 3. La phénylhydrazine pure et anhydre, renfermée dans un ballon scellé avec de l'oxygène et chauffée à 100°, se décompose d'une manière

différente. Elle a absorbé, dans les mêmes conditions, une dose d'oxygène un peu supérieure à un atome, soit 1,1 dans un essai; 1,25 dans un autre; et elle a dégagé un volume d'azote qui surpassait de près de moitié celui de l'oxygène, soit 1,6 et 1,7 atomes dans les deux essais ci-dessus. Elle se rapproche donc, par là, d'une élimination totale, probablement par suite de la formation de produits de plus en plus condensés, produits résineux, insolubles dans l'eau et incristallisables.

» 4. La décomposition par oxydation directe de la phénylhydrazine pure, ou dissoute dans l'eau, ou bien dans les acides et au contact de l'eau, se manifeste de même par un dégagement continu de bulles d'azote, faciles à observer, soit à froid, soit dans le cours des distillations de cet alcali. La phénylhydrazine ne réagit pas sur l'oxyde de carbone. Elle n'attire pas l'acide carbonique de l'air.

### II. — Action de l'eau [1]. — Hydrate de phénylhydrazine.

» 1. La phénylhydrazine pure attire l'humidité de l'air et quelques gouttes placées au fond d'un verre cristallisent au bout de quelques heures en beaux cristaux lamelleux, pourvu que la température ambiante soit inférieure à 22°. On les obtient également, si l'on sature d'eau la phénylhydrazine, en y ajoutant, par exemple, un peu moins de la moitié de son volume d'eau et en abandonnant la liqueur dans une assiette à l'évaporation spontanée; le tout se change en magnifiques cristaux brillants et incolores, au moment de leur apparition, mais qui ne tardent pas à jaunir sur

---

(1) La réaction entre l'eau et la phénylhydrazine, indépendamment de la formation de l'hydrate, donne lieu à des phénomènes de quelque intérêt, au point de vue des équilibres qui s'établissent entre deux corps réciproquement solubles dans l'autre, sans cependant se dissoudre en toutes proportions. Nous avons déjà traité ce sujet, M. Jungfleisch et moi (*Annales de Chimie et de Phys.*, 4e série, t. XXVI, p. 396).

Voici des observations sur la phénylhydrazine : si l'on ajoute de la phénylhydrazine dans l'eau en excès, vers 20°, elle s'y dissout d'abord complètement et tant que sa proportion ne surpasse pas 8 centièmes environ du poids de l'eau. Réciproquement, la phénylhydrazine dissout l'eau, tant que le poids de celle-ci ne surpasse pas 40 à 45 centièmes du poids du premier liquide. Quand les proportions relatives sont comprises en dehors de ces deux limites, il se forme deux couches, contenant chacune de l'eau et de la phénylhydrazine. Si l'on élève la température, la phénylhydrazine dissout une quantité d'eau croissante et finit par s'y mélanger en toutes proportions. Mais, pendant le refroidissement, il se reforme deux couches.

les bords, puis à prendre une teinte orangée, par suite de leur oxydation lente. Cependant la masse principale subsiste pendant plusieurs jours.

» 2. Ces cristaux fondent à + 24°,1. Ils paraissent avoir été confondus jusqu'ici avec la phénylhydrazine anhydre, à laquelle on attribue, dans les Traités, un point de fusion de 23°. En réalité, elle fond à + 17°,5.

» 3. On obtient du premier coup l'hydrate de phénylhydrazine, en ajoutant à $10^{cc}$ de la base anhydre $0^{cc},9$ d'eau ; l'eau s'y dissout d'abord, puis le mélange se prend en une masse cristalline, qui durcit rapidement. Dans le cas où il demeure liquide et surfondu, il suffit d'y ajouter un cristal déjà formé pour faire cesser la sursaturation ; artifice qui s'applique également aux mélanges plus hydratés, et renfermant, par exemple, pour 2 parties d'alcali, un poids voisin de 1 partie d'eau.

» 4. Quel que soit le procédé de préparation, il convient d'exprimer les cristaux par compression entre des feuilles de papier buvard. Quand ils sont aussi purs que possible, on en fait l'analyse élémentaire. J'ai trouvé ainsi la formule

$$2C^6H^8Az^2, H^2O,$$

laquelle exige

$$C = 61,5, \qquad H = 7,7.$$

L'analyse a donné

$$C = 60,9; \qquad H = 7,7;$$

le carbone étant un peu faible, à cause de la grande oxydabilité de la matière.

» 5. J'en ai déterminé la chaleur de formation par deux méthodes différentes. L'une consiste à dissoudre dans la même quantité d'eau pure, 30 parties par exemple, d'une part l'hydrate, d'autre part un poids équivalent de phénylhydrazine pure.

» L'autre consiste à faire les mêmes opérations, en employant l'acide chlorhydrique étendu comme dissolvant. Enfin j'ai exécuté les mêmes opérations comparatives avec la phénylhydrazine liquide (surfondue) et avec cet alcali cristallisé à la même température, ce qui en fournit la chaleur de fusion.

» J'ai trouvé ainsi

| | Cal | | Cal |
|---|---|---|---|
| Phénylhydrazine liquide, $C^6H^8Az^2$, + eau, à 16° .... | + 0,51 ; | à 21°, | + 0,29 |
| » cristallisée à 17° .............. | − 2,16 | | |
| Hydrate, $2C^6H^8Az^2H^2O$, cristallisé à 16° ......... | − 7,40 | | |
| Phénylhydrazine liquide, + HCl (1 éq. = $2^l$), à 16° .. | + 8,70 | | |
| » cristallisée » » . | + 6,08 | | |
| Hydrate cristallisé + 2HCl (1 éq. = $2^l$) ......... | + 9,00 | | |

» 6. On déduit de ces données :

| | |
|---|---|
| Chaleur de fusion moléculaire de la phénylhydrazine, $C^6H^8Az^2$.. | $-2^{Cal},67$ et $-2^{Cal},62$ |
| Chaleur de combinaison de l'eau et de la phénylhydrazine $2C^6H^8Az^2+H^2O$, les composants liquides................. | $+8,42$ et $+8,40$ |
| Chaleur de combinaison de l'eau liquide et de la phénylhydrazine cristallisée.......................................... | $+3,08$ et $+3,16$ |
| Chaleur de combinaison, les deux composants cristallisés, environ. | $+1,55$ |

» L'union des deux composants liquides formant un composé liquide surfondu a donné, par action immédiate : $+0^{Cal},37$. D'où, chaleur de fusion de l'hydrate : $+8,04$.

» 7. Ces nombres se rapportent à un hydrate bien cristallisé au sein d'un dissolvant, soigneusement purgé de toute trace liquide et formé depuis un certain temps.

» Mais on obtiendrait des valeurs différentes, si l'on essayait de le préparer par synthèse directe et si l'on opérait sur un hydrate récemment obtenu, ou récemment refondu, en raison de l'état de transformation incomplète qu'il présente dans les premiers moments.

» Ainsi, ayant placé au fond d'un petit ballon de verre mince, immergé dans l'eau du calorimètre, à 19°, un certain poids de phénylhydrazine, j'y ai ajouté la dose d'eau strictement équivalente : il s'est dégagé $+0^{Cal},37$ pour $2C^6H^8Az^2+H^2O$; le tout formant un liquide homogène. J'ai projeté dans ce liquide quelques cristaux. La cristallisation a commencé aussitôt. Au bout de dix-huit minutes, elle semblait totale ; la masse était durcie et le thermomètre calorimétrique commençait à baisser; la marche de son refroidissement (0°,002 par minute) étant d'ailleurs sensiblement identique avec celle du refroidissement de l'eau, observé après enlèvement du petit ballon. On pourrait calculer à l'aide de ces données la chaleur de solidification du corps dans les cas ordinaires.

» J'ai trouvé ainsi, tout calcul fait :

| | |
|---|---|
| Chaleur de solidification prétendue.................... | $+2^{Cal},96$ au lieu de $+8,04$ |
| Chaleur de combinaison depuis les composants liquides.. | $+3,33$ au lieu de $+8,41$ |
| Écart...................... | $+5,08$ |

j'y reviendrai.

» Cependant, le ballon ayant été conservé pendant une demi-heure sur la table, je l'ai réintroduit dans le calorimètre et, quand l'équilibre de température a été rétabli, j'ai brisé le ballon avec mon écraseur et j'ai dissous le composé qu'il renfermait dans l'eau du calorimètre. La dissolution a absorbé $-2^{Cal},64$ au lieu de $-7,40$ : écart $+4,76$. La différence avec 5,08 répond au degré d'avancement plus grand de la combinaison pendant

l'intervalle d'une demi-heure, degré insensible à l'observation thermométrique directe à cause de la durée de cet intervalle. La combinaison se poursuit ainsi peu à peu. Mais au bout d'une semaine elle n'était pas encore accomplie. En effet, un échantillon similaire, préparé de même par synthèse entre 17° et 19°, après sept jours, a fourni une chaleur de dissolution égale à — 6,18; au lieu de — 7,40.

» La différence entre ces nombres caractérise l'état incomplet de la transformation : ce qui s'explique pour une partie par l'état plastique initial de semblables composés; pour une autre partie, par la combinaison incomplète de l'eau avec la phénylhydrazine, laquelle maintient en outre à l'état semi-fluide une portion notable de l'hydrate déjà constitué. J'ai déjà signalé des phénomènes du même ordre pour l'hydrate de chloral (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. XII, p. 540 à 564).

» Ils montrent à quelles erreurs expose le procédé ordinairement suivi pour mesurer la chaleur de fusion des corps, d'après la chaleur dégagée pendant leur solidification, les deux phénomènes n'étant pas nécessairement réciproques; il est nécessaire dès lors de ramener les corps à un état final identique, par leur dissolution totale dans un même milieu, accompagnée ou suivie au besoin de la formation d'un composé défini, tel que le chlorhydrate de phénylhydrazine.

### III. — Formation des sels.

» 1. *Chlorhydrate :*

$HCl$ (1 éq. = $2^l$) + $C^6H^8Az^2$ liq. à 15°,4..... + $8^{Cal}$,70 | Alcali dissous... +8,19

» M. Petit a trouvé en 1889, pour le premier nombre : 8,9.

» Un excès d'acide ne produit pas d'effet sensible.

» 2. *Sulfate :*

$SO^4H^2$ (1 mol. = $4^l$) + $C^6H^8Az^2$ liq. à 21°... + $9^{Cal}$,11 | Alcali dissous... +8,82

» Ce chiffre répond au bisulfate.

$SO^4H^2$ (1 mol. = $4^l$) + $2C^6H^8Az^2$ liq. à 21°.. + $19^{Cal}$,39 | D° +18,81 ou 9,40 × 2

» Le premier équivalent de base dégage moins de chaleur que le second, comme il arrive en général pour les bisulfates.

» 3. *Acétate :*

| | | | |
|---|---|---|---|
| $C^2H^4O^2$ (1 éq. = $8^l$) + $C^6H^8Az^2$ liq. à 21°,7. | + $5^{Cal}$,42 | Alcali dissous... | +5,13 |
| $2C^2H^4O^2$ ( d° ) + $C^6H^8Az^2$ liq. ....... | +$6^{Cal}$,68 | D° | +6,39 |

» Le sel acide dégage plus de chaleur que le sel neutre, sans doute parce que l'acétate est dissocié par l'eau.

» Un excès d'alcali accroît les nombres obtenus pour les sels neutres dans une proportion sensible.

» 4. *Carbonate.* — La phénylhydrazine n'attire pas l'acide carbonique de l'air, même en présence de l'eau. Son chlorhydrate, mélangé avec une dissolution de carbonate de soude, ne donne lieu d'abord à aucun dégagement gazeux; mais il se forme quelques bulles au bout d'un certain temps. Au contraire, le mélange du chlorhydrate, avec le bicarbonate de soude dissous, produit une vive effervescence. Pour mesurer la réaction, il faut opérer en présence d'un volume d'eau capable de dissoudre la totalité du gaz carbonique.

(2) $C^6H^8Az^2, HCl$ (1 éq. = $22^l$) + $CO^2KH$ (1 mol. = $4^l$) à 22°,4.... $-2^{Cal},63$

» En admettant une double décomposition totale, on en déduit

$C^6H^8Az^2$ dissous + $CO^2$ dissous.......................... $+3^{Cal},1$

(1) $C^6H^8Az^2, HCl$ (1 éq. = $10^l$) + $\frac{1}{2}CO^3Na^2$ (1 mol. = $4^l$) à 21°,8... $-2^{Cal},28$

» On en déduit, en admettant de même une réaction totale, comme il arrive en fait pour les sels ammoniacaux,

$2C^6H^8Az^2$ dissous + $CO^2$ dissous...................... $+4^{Cal},8$

» Ces nombres s'appliquent à des corps dissociés.

» Entre la chaleur de formation du sulfate et celle du chlorure la différence : 9,40 — 8,19 = + 1,21 est de l'ordre de grandeur de celles qui caractérisent les sels alcalins stables; mais la différence entre l'acétate et le chlorure (+ 3,0) est notablement plus forte, ce qui répond à l'état dissocié du premier sel; l'écart croît surtout lorsqu'on passe aux carbonates (5,1 pour le bicarbonate; 5,8 pour le carbonate ordinaire) conformément à ce qui arrive pour l'ammoniaque [1] et pour les oxydes métalliques [2] comparés aux oxydes des métaux alcalins. Aussi, lorsqu'on mélange la dissolution du chlorhydrate ou du sulfate de phénylhydrazine avec celle de l'acétate de soude, se produit-il une absorption de chaleur très notable et cette absorption est beaucoup plus marquée encore avec les carbonates alcalins.

» Toutes ces expériences vérifient de nouveau une loi que j'ai établie

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXIX, p. 477-481.
(2) Même Recueil, 5e série, t. IV, p. 168.

par une multitude d'expériences thermiques sur les sels dissous (*Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXX, p. 100, 103, 503, etc.; 1873), à savoir que : l'acide fort s'unit à la base forte, en formant en totalité, ou à peu près [1], le sel le plus stable en présence de l'eau, lequel est en même temps celui dont la formation à l'état solide dégage le plus de chaleur. Par suite de la constitution de ce sel au sein de la liqueur, l'acide faible reste ainsi en présence de la base faible, de façon à constituer le sel le plus dissocié, et de cet accroissement de dissociation résulte une absorption de chaleur considérable, dont la valeur numérique démontre l'existence d'une réaction à peu près totale. Ces phénomènes ne résultent pas d'une théorie; mais ils ont été établis directement par les expériences elles-mêmes. Ils sont en contradiction avec l'énoncé de la thermoneutralité saline; ils sont aussi en contradiction formelle avec les véritables idées de Berthollet [2], telles qu'il les a formulées de la façon la plus explicite, en disant que « chacun des acides », mis en présence d'une base, « a dans l'action une » partie déterminée par sa capacité de saturation et sa quantité », c'est-à-dire « par sa masse chimique » (ce qui signifie, d'après le langage actuel, en raison de son équivalent et du nombre d'équivalents mis en jeu), « sans » que l'action d'un de ces acides l'emporte sur celles des autres. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Impuretés de l'aluminium industriel.* Note de M. **Henri Moissan.**

« L'industrie de l'aluminium, fondée en France par Henri Sainte-Claire Deville en 1854, se transforme actuellement avec une très grande rapidité. Depuis que ce métal a pu être obtenu par la décomposition de l'alumine au moyen de courants intenses, sa préparation est devenue assez pratique pour que le prix du métal soit descendu à 5fr le kilogramme. De plus, le progrès si rapide de cette industrie permet d'espérer que le prix actuel pourra assez facilement être diminué.

» Il est probable que les qualités de ce métal si léger se prêteront dès lors à de nombreuses applications.

---

(1) Je dis « à peu près » : les sels mêmes des acides forts étant susceptibles de quelque trace de dissociation en présence de l'eau.

(2) *Statique chimique*, t. I, p. 15 et 72. Voir aussi *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. VI, p. 442.

» Les points secondaires qui demandent de nouvelles recherches, tels que l'affinage de l'aluminium ou la préparation à bon marché de l'alumine pure en partant de la bauxite ou du kaolin, ne tarderont pas sans doute à être résolus.

» L'aluminium industriel a déjà quelques débouchés ; outre son emploi dans l'affinage des aciers et des fontes (1), quelques-uns de ces alliages présentent des propriétés très curieuses.

» Nous ajouterons seulement que l'aluminium produit par les différents procédés électrolytiques n'est jamais pur et que sa composition est assez variable ; tous les métallurgistes savent combien les propriétés chimiques et physiques d'un métal varient avec des traces de corps étrangers. Il y aurait donc tout intérêt pour l'industrie à chercher à obtenir un aluminium aussi pur que possible, dont les propriétés deviendraient constantes et fourniraient toujours les mêmes résultats.

» Les impuretés de l'aluminium industriel signalées jusqu'ici sont au nombre de deux : le fer et le silicium.

» Le fer provient du minerai, des électrodes et des creusets. La pureté de l'alumine et la fabrication soignée des électrodes et des creusets semblent devoir l'écarter. M. Minet a publié d'intéressantes expériences sur ce sujet et a bien établi quelle pouvait être l'influence fâcheuse exercée par une petite quantité de fer.

» Le silicium provient aussi en partie des électrodes et des creusets mais surtout de l'alumine employée. La présence de ce métalloïde semble plus difficile à éviter. Bien que, dans certains cas, ce corps simple ne présente aucune action nuisible, nous avons pu en diminuer facilement la teneur par une simple fusion du métal sous une couche de fluorure alcalin (2).

---

(1) Cet affinage de l'acier a été étudié en Angleterre par M. Hadfield, et en France par M. Le Verrier.

(2) L'échantillon d'aluminium que nous avons utilisé dans cette étude présentait la composition suivante :

| | |
|---|---|
| Aluminium | 98,02 |
| Fer | 0,90 |
| Silicium | 0,81 |
| Carbone | 0,08 |
| Azote | traces |
| | 99,81 |

Après une fusion sous une couche de fluorures alcalins, il ne contenait plus que 0,57 de silicium pour 100.

» Mais, en dehors du silicium et du fer, il existe couramment dans l'aluminium industriel deux autres impuretés qui n'ont pas été signalées jusqu'ici. Nous voulons parler de l'azote et du carbone.

» Lorsque l'on traite un fragment d'aluminium industriel par une solution de potasse à 10 pour 100, le métal est rapidement attaqué, et l'hydrogène qui se dégage en abondance entraîne une très petite quantité de vapeurs ammoniacales. On peut en démontrer l'existence en faisant passer, bulle à bulle, l'hydrogène dans le réactif de Nessler.

» Il ne tarde pas à se produire une coloration, enfin un précipité plus ou moins abondant. Il est très important dans cette réaction d'employer de la potasse absolument pure.

» Lorsque l'on fait passer un courant d'azote dans de l'aluminium en fusion, on le sature de ce gaz et le métal ainsi obtenu nous a présenté une petite diminution dans sa charge à la rupture et dans son allongement. La présence de l'azote fait donc varier les propriétés physiques de l'aluminium (¹).

» M. Mallet, professeur à l'Université de Virginie, avait indiqué, dès 1876, l'existence d'un azoture d'aluminium; c'est à ce corps légèrement soluble dans l'aluminium que doivent être attribués ces changements de propriétés (²).

» Nous avons rencontré le carbone dans les aluminiums industriels d'une façon constante, et en plus grande quantité que l'azote. Lorsque l'on traite une centaine de grammes d'aluminium par un courant d'acide chlorhydrique ou d'acide iodhydrique bien exempt d'oxygène, il reste un résidu gris. Cette matière, reprise par l'acide chlorhydrique étendu donne un carbone amorphe très léger, de couleur marron, qui brûle entièrement dans l'oxygène en donnant de l'acide carbonique; ce carbone ne contient pas trace de graphite. On peut doser ce carbone en attaquant une dizaine de grammes d'aluminium par une solution concentrée de potasse. On reprend le résidu par l'eau, puis on le sèche et enfin on le brûle dans un courant d'oxygène. Du poids d'acide carbonique recueilli il est facile de déduire le poids decarbone. Nous avons trouvé ainsi les chiffres suivants : Carbone pour 100 : 0,104, 0,108 et 0,080.

---

| | | Limite d'élasticité. | Charge de rupture. | Allongement. |
|---|---|---|---|---|
| (¹) | Aluminium fondu......... | $7^{kg},500$ | $11^{kg},102$ | $9^{mm}$ |
| | Aluminium saturé d'Az .... | $6^{kg},500$ | $9^{kg},600$ | $6^{mm}$ |

(²) J. Mallet, *Sur un azoture d'aluminium* (*Journ. of the chem. Society*, t. XXX, p. 340; 1876).

» L'action exercée par ce métalloïde sur les propriétés physiques de l'aluminium nous semble bien caractéristique.

» Pour la mettre en évidence, nous avons fait fondre au creuset un aluminium de bonne qualité; nous en avons coulé une partie dans une lingotière; puis, dans la masse restante encore liquide, nous avons fait dissoudre du carbure d'aluminium cristallisé, préparé au four électrique. Quelques instants plus tard, on coulait un nouvel échantillon du métal, et l'on avait ainsi deux échantillons : l'un d'aluminium fondu, l'autre d'aluminium carburé.

» On a découpé dans ces lingots des éprouvettes, et, tandis que l'aluminium fondu présentait, par millimètre carré, une charge de rupture de $11^{kg},100$, et un allongement pour 100 de $9^{mm}$, l'aluminium carburé ne présentait plus qu'une charge de rupture qui a oscillé entre $8^{kg},600$ et $6^{kg},500$ et un allongement pour 100 de $3^{mm}$ à $5^{mm}$ (1).

» En résumé, l'aluminium industriel, outre le fer et le silicium, contient une petite quantité de carbone et des traces d'azote (2). Ces différents corps modifient notablement les propriétés de l'aluminium, mais il est à espérer que l'électrométallurgie pourra produire bientôt un métal plus pur et de composition constante. »

---

(1) Ces expériences ont été faites sur le métal tel qu'il a été fondu, sans laminage ni recuit.

Après un premier laminage sans recuit, on a obtenu les chiffres suivants :

| | Limite d'élasticité. | Charge de rupture. | Allongement. |
|---|---|---|---|
| Aluminium carburé........... | $20^{kg}$ | $20^{kg},793$ | $2^{mm},5$ |
| Après laminage et recuit...... | $7^{kg},700$ | $13^{kg},800$ | $26^{mm},5$ |

(2) Nous ajouterons aussi que l'aluminium industriel renferme une petite quantité d'alumine ne présentant aucune forme cristalline. Enfin, dans certains échantillons, nous avons pu reconnaître au microscope, dans le résidu provenant de l'attaque par l'acide chlorhydrique, de petits cristaux très nets de borure de carbone. Le bore de ce composé provenait de l'acide borique qui avait servi à agglomérer le charbon des électrodes.

CHIMIE MINÉRALE. — *Préparation d'un carbure d'aluminium cristallisé.* Note de M. **Henri Moissan.**

« On ne connaissait jusqu'ici aucun carbure d'aluminium. La solubilité du carbone dans ce métal avait même été mise en doute par plusieurs savants [1].

» Nous avons préparé au four électrique un carbure d'aluminium de formule $C^3Az^4$, très bien cristallisé, auquel nous avons fait allusion dans la Note précédente.

» *Préparation.* — Pour obtenir ce nouveau composé, on se sert du four électrique à tube, que nous avons décrit dans une Note antérieure [2]. Des nacelles de charbon assez épaisses, remplies d'aluminium, sont placées dans le tube de charbon, qui est traversé par un courant d'hydrogène. Chaque nacelle contient environ $15^{gr}$ à $20^{gr}$ d'aluminium; on chauffe pendant cinq à six minutes avec un courant de 300 ampères et 65 volts. Le refroidissement se termine dans le courant d'hydrogène, et l'on trouve les nacelles remplies d'une masse métallique de couleur grise, sur la surface de laquelle se trouvent des sphères métalliques qui se sont formées par suite d'un rochage au moment de la solidification.

» Lorsque l'on casse le contenu de la nacelle, l'aluminium apparaît pailleté de cristaux brillants d'une belle couleur jaune.

» On obtient un aluminium qui présente le même aspect lorsque l'on chauffe modérément ce métal dans un creuset de charbon au four électrique; seulement, dans cette dernière préparation, les cristaux jaunes de carbure d'aluminium sont souillés par une petite quantité d'azote. En réduisant au four électrique un mélange de kaolin et de charbon, le résultat est identique. Il se dégage d'abondantes vapeurs et il reste un culot métallique présentant une cassure cristalline bien nette, de couleur jaune pâle.

---

(1) D'après M. Mallet, l'aluminium ne se combine pas au carbone; au contraire, M. Frank, par la calcination d'un mélange de noir de fumée et d'aluminium, a obtenu un métal qui fournit par l'acide chlorhydrique de l'hydrogène souillé d'acétylène.

(2) Henri Moissan, *Sur un nouveau modèle de four électrique à réverbère et à électrodes mobiles* (*Comptes rendus*, t. CXVII, p. 679).

» Pour séparer ce carbure de l'excès de métal, on divise le culot en fragments de $1^{gr}$ à $2^{gr}$, et l'on en attaque $2^{gr}$ à $3^{gr}$ au plus par l'acide chlorhydrique concentré. Cette attaque se fait dans un tube à essai entouré d'eau glacée. Il est important, en effet, d'empêcher la température de s'élever, et d'opérer le plus rapidement possible, car l'eau, même froide, décompose le carbure d'aluminium comme nous le verrons plus loin.

» Lorsque l'attaque s'arrête par suite de la formation de chlorure d'aluminium peu soluble dans l'acide chlorhydrique, on lave à l'eau glacée, on décante le liquide, puis on reprend le métal par une nouvelle quantité d'acide. Dès qu'il ne se dégage plus d'hydrogène, le résidu est lavé rapidement à l'eau froide, puis avec de l'alcool concentré, enfin avec de l'éther, et séché à l'étuve.

» Pour que cette préparation soit bien faite, elle doit s'exécuter en trente minutes environ. On dispose une série de tubes à essai que l'on surveille tous en même temps.

» L'emploi de l'acide chlorhydrique moins concentré détermine une attaque beaucoup plus calme, mais aussi plus longue, il fournit un produit déjà très altéré.

» *Propriétés.* — Le carbure d'aluminium préparé dans les conditions que nous venons d'indiquer se présente en beaux cristaux jaunes, transparents, dont certains atteignent $5^{mm}$ à $6^{mm}$ de diamètre. Quelques cristaux ont la forme d'hexagones bien réguliers doués d'une certaine épaisseur. Leur densité, prise dans la benzine, est de 2,36. La température la plus élevée que puisse fournir l'arc électrique les décompose.

» Le chlore attaque ce carbure au rouge sombre avec incandescence. Il se forme du chlorure d'aluminium et il reste un charbon lamellaire qui a conservé la forme des cristaux primitifs; c'est un carbone amorphe sans trace de graphite. Le brome est sans action sur ce carbure à la température ordinaire, mais, vers 700°, une incandescence se produit, il se fait du bromure d'aluminium et un résidu de carbone. L'iode ne paraît pas avoir d'action au rouge vif.

» L'oxygène au rouge sombre n'attaque le carbure d'aluminium que superficiellement; ce phénomène tient à ce que l'alumine qui se forme dès le début de la réaction recouvre le carbure d'une gaine protectrice. Au contraire, le soufre l'attaque à la même température avec un grand dégagement de chaleur; il se produit en quelques instants du sulfure d'aluminium et des traces de sulfure de carbone. La plus grande partie du charbon reste sous forme de minces lamelles.

» L'azote et le phosphore ne décomposent pas le carbure d'aluminium au rouge sombre.

» Certains oxydants attaquent ce carbure avec énergie. Mélangé avec du permanganate de potasse sec et légèrement chauffé, il produit une belle incandescence; il se forme de l'alumine et il se dégage de l'acide carbonique. Le bichromate de potasse et l'acide chromique le brûlent lentement au rouge sombre. L'oxyde puce de plomb et le massicot sont réduits avec incandescence, tandis que le chlorate et l'azotate de potassium sont sans action.

» Une solution de bichromate alcalin, additionnée d'acide sulfurique, l'attaque lentement à froid et à l'ébullition. L'acide nitrique fumant est sans action à froid ou à chaud, mais l'addition de l'eau détermine l'attaque qui se produit en quelques instants.

» L'acide chlorhydrique concentré n'attaque que très lentement ce carbure, tandis que l'acide étendu le dissout en quelques heures. L'acide sulfurique concentré et bouillant est réduit avec formation d'acide sulfureux; l'acide étendu réagit surtout vers 100°.

» La potasse en fusion attaque ce carbure très énergiquement à une température voisine de 300°; au contraire, les carbonates alcalins, au rouge vif, ne produisent qu'une décomposition incomplète.

» La réaction la plus curieuse que nous présente ce carbure d'aluminium est la décomposition lente de l'eau qu'il produit à la température ordinaire. Nous avons démontré précédemment que les acétylures alcalino-terreux cristallisés, de formule $C^2Ca$, se décomposaient au contact de l'eau en fournissant du gaz acétylène pur. Le carbure jaune d'aluminium, de formule $C^3Al^4$, se décompose en présence de l'eau en donnant du méthane $CH^4$. Il suffit de placer dans un tube rempli de mercure quelques cristaux de ce composé avec une petite quantité d'eau pour voir le dégagement se produire. Après douze heures, 0,145 de ce carbure ont donné $7^{cc},5$ de gaz, et après soixante-douze heures un volume de $35^{cc},5$. La décomposition, pour être complète, demande dix à douze jours. La chaleur l'accélère, mais la lumière ne paraît pas avoir d'effet.

» Cette réaction, d'après nos analyses, est exprimée par la formule :

$$C^3Al^4 + 12H^2O = 3CH^4 + 2[Al^2(OH)^6] \quad (^1).$$

» *Analyse.* — L'analyse de ce carbure d'aluminium nous a présenté de

(1) D'après cette formule, 0,100 de carbure doivent donner $48^{cc},8$ de méthane. Voici

nombreuses difficultés à cause de sa facile décomposition par l'eau. Si les échantillons obtenus ne sont pas absolument purs, ils contiennent de l'alumine hydraté, qui complique beaucoup le dosage. La formule $C^3Al^4$ exigerait théoriquement $C = 24,6$ et $Al = 75,4$.

» *Dosage de l'aluminium.* — Nous avons employé deux méthodes pour doser l'aluminium :

» 1° Un poids connu de ce carbure est abandonné quelques heures au contact de l'acide chlorhydrique étendu jusqu'à dissolution complète. Si le corps est absolument pur, il n'y a pas de résidu, sinon on peut filtrer pour séparer une petite quantité de carbone et de produits insolubles. Le liquide limpide renferme du chlorure d'aluminium; on l'évapore lentement, puis on le calcine avec précaution. Il ne reste que de l'alumine très légère qui donne, par son poids, la quantité d'aluminium que renfermait le composé.

» Nous avons trouvé ainsi :

| | | |
|---|---|---|
| Al pour 100.................. | 74,48 | 75,12 |

» 2° Un poids donné de ce carbure d'aluminium est attaqué par la potasse au creuset d'argent. On reprend le résidu par l'eau et la solution est neutralisée par l'acide chlorhydrique que l'on maintient en très léger excès. Le liquide porté à l'ébullition est traité en liqueur étendue par l'hyposulfite de soude. Il se produit un précipité d'alumine et de soufre. Après filtration, on calcine et l'on pèse.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Al pour 100............ | 74,7 | 74,9 | 75,7 |

» *Dosage du carbone.* — Lorsque l'on traite le carbure d'aluminium par le chlore tout le métal est entraîné sous forme de chlorure et il reste du charbon. Il est facile d'enlever l'excès de chlore retenu par le charbon en chauffant ce dernier dans un courant d'hydrogène, puis de brûler le carbone dans l'oxygène et de peser l'acide carbonique produit. Cette

---

le détail de deux expériences :

1° 0,070 ont donné $31^{cc},5$; il faudrait théoriquement 32,6;
2° 0,145 ont donné $69^{cc},1$; il faudrait théoriquement 70,9.

Le gaz recueilli dans ces conditions est du méthane, ainsi que l'établit l'analyse suivante : volume primitif $1^{cc},6$, oxygène ajouté $8^{cc},5$. Après détonation $7^{cc},1$, contraction $3^{cc}$. Après potasse $5^{cc},6$. Acide carbonique formé $1^{cc},5$.

méthode nous a toujours donné des résultats trop faibles même avec du chlore parfaitement desséché. Cela tient à ce que le chlore peut renfermer des traces d'oxygène et d'acide carbonique et aussi à la présence d'une petite quantité d'alumine qui souille le plus souvent le produit et qui, mélangée au charbon, est attaquée par le chlore avec production d'oxyde de carbone.

» Le chiffre le plus rapproché que nous ayons trouvé par cette méthode était de 23,5, tandis que la formule $C^3Al^4$ exigerait 24,6.

» Le seul procédé qui nous ait donné des résultats comparables consiste à décomposer par l'eau à la température ordinaire un poids déterminé de carbure et à mesurer le volume du gaz méthane dégagé. De ce dernier volume il est facile de déduire le poids de carbone contenu dans le carbure d'aluminium.

» Nous avons trouvé ainsi :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Carbone pour 100......... | 24,2 | 24,7 | 24,8 |

» *Conclusions.* — En résumé, le carbone peut s'unir à l'aluminium pour fournir un carbure jaune cristallisé de formule $C^3Al^4$. Ce nouveau composé possède des propriétés réductrices bien marquées; sa réaction la plus curieuse est de décomposer lentement l'eau à la température ordinaire en dégageant du méthane ou formène $CH^4$. C'est le premier exemple d'une semblable décomposition. Peut-être ce carbure intervient-il dans les phénomènes géologiques qui produisent depuis des siècles des dégagements de formène. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Du lieu de production et du mécanisme des souffles entendus dans les tuyaux qui sont le siège d'un écoulement d'air;* par **M. A. Chauveau.**

« La littérature scientifique, si riche en travaux sur les bruits musicaux ayant pour cause directe ou indirecte les vibrations de l'air, est d'une rare pauvreté sur les *bruits de souffle* ou simples *murmures* engendrés par l'écoulement des fluides élastiques dans les tuyaux. Ce dernier sujet est, sans doute, moins intéressant que le premier pour les physiciens. Mais il importe tout particulièrement aux physiologistes. C'est, en effet, à l'étude physique des souffles et des murmures, engendrés par l'écoulement de l'air dans les tuyaux inertes, qu'ils ont à demander les éléments du méca-

nisme des bruits respiratoires divers que l'auscultation révèle aux observateurs.

» Tout récemment, au cours de leçons sur la théorie de l'auscultation, j'ai été placé en présence de la nécessité de suppléer à cette pénurie de documents spéciaux. J'ai dû faire plusieurs séries de recherches expérimentales, pour étudier les phénomènes acoustiques produits par le mouvement de l'air dans les tuyaux inertes. Il n'est peut-être pas inutile de faire connaître ces recherches, ne fût-ce que pour exciter les gens compétents à s'occuper du sujet.

» *Délimitation du sujet.* — Tout d'abord, il est nécessaire de s'entendre sur les phénomènes acoustiques visés dans cette étude. Il s'agit de phénomènes dont la perception est accessible à l'ouïe, sans autre intermédiaire que les appareils acoustiques qui permettent d'ausculter l'intérieur des tuyaux où s'accomplit un écoulement d'air.

» Par exemple, une des extrémités d'un tube en caoutchouc de petit diamètre est introduite, par une narine, jusqu'aux environs de l'orifice guttural de la cavité nasale. L'autre extrémité est munie d'un embout auriculaire étroitement engagé dans le conduit auditif externe. On entend ainsi, sur soi-même, admirablement bien, les bruits respiratoires qui se produisent ou qui retentissent dans la cavité pharyngienne : ils sont tantôt très forts, forts, faibles, tantôt nuls, suivant la rapidité avec laquelle s'effectue l'écoulement de l'air dans l'arbre respiratoire. Ce sont ces bruits, souffles plus ou moins rudes ou murmures doux à peine perceptibles, qui font l'objet des présentes recherches.

» Il est bon d'indiquer de suite la portée et la signification de ces recherches, en formulant les diverses propositions qu'elles ont servi à établir.

» Propositions résumant et synthétisant les résultats des expériences. — 1° *L'écoulement de l'air dans les tuyaux est, par lui-même, absolument silencieux.*

» 2° *L'aphonie des écoulements d'air se constate surtout dans les conditions suivantes :*

» *a. La section du tuyau où s'opère l'écoulement est parfaitement uniforme dans tous les points;*

» *b. Le pourtour des orifices terminaux du tuyau ne forme pas d'arête vive capable de briser et de faire vibrer les courants d'air à leur entrée ou à leur sortie;*

» *c. La vitesse de l'écoulement reste au-dessous d'un certain minimum, de valeur constante pour les tuyaux de même longueur et de même diamètre.*

» 3° *Si la vitesse de l'écoulement s'élève plus ou moins au-dessus dudit minimum, les autres conditions restant les mêmes, l'écoulement devient soufflant.*

» 4° *L'écoulement peut devenir également soufflant quand, sans rien changer à la vitesse qui le rend habituellement aphone, on modifie en un ou plusieurs points le diamètre du tuyau, soit par dilatation, soit par rétrécissement.*

» 5° *Les souffles sont dus, dans ces divers cas, aux veines fluides qui se forment aux orifices de sortie de l'air : orifices extérieurs ou orifices intérieurs, représentés par l'abouchement d'une partie relativement étroite dans une partie relativement ou absolument dilatée des tuyaux à section non uniforme.*

» 6° *La production des souffles dépend exclusivement des vibrations propres de ces veines fluides. Dans les tuyaux à section parfaitement uniforme, où il n'y a de veine fluide qu'à l'orifice extérieur d'écoulement, le souffle entendu à l'intérieur de ces tuyaux a donc son origine au dehors, vers l'extrémité terminale de l'appareil d'écoulement.*

» 7° *Les bruits de souffle qu'engendrent les veines fluides se transmettent, en effet, avec la plus grande facilité et peuvent être entendus très loin du lieu de leur production, avec une netteté qui donne l'illusion de cette production dans le point même où l'oreille les perçoit.*

» 8° *La transmissibilité des souffles est fonction de leur intensité, et cette intensité, fonction de la vitesse dont sont animées les veines fluides soufflantes.*

» Ces propositions ressortent des faits qui se révèlent dans les expériences ci-après signalées.

» *Matériel employé pour les expériences.* — Pour étudier les écoulements d'air, je me sers d'un tuyau de caoutchouc de fabrication soignée, ayant $20^{m}$ de longueur et $9^{mm}$ de diamètre. Il est garni à ses deux extrémités d'ajutages métalliques qui portent les orifices. Ceux-ci s'ouvrent chacun au milieu d'un petit disque plat. Leur pourtour est émoussé pour éviter la production des bruits autres que ceux qui sont la conséquence directe du mouvement même de l'air à l'intérieur des tuyaux.

» Un étroit branchement latéral de l'ajutage permet l'adaptation du tube de caoutchouc avec lequel on pratique l'auscultation intérieure de ces tuyaux. Grâce à cette disposition, les moindres bruits *intérieurs* arrivent à la menbrane du tympan : celle-ci faisant alors partie de la paroi d'une sorte de diverticule de la cavité tubulaire où les bruits sont perçus.

» L'appareil moteur qui détermine l'écoulement de l'air dans le tuyau se compose de deux réservoirs d'une capacité de 40 litres, communiquant par un large et long tube intermédiaire, en caoutchouc. L'un de ces réservoirs est fixe. L'autre peut, à l'aide d'un treuil, être élevé au-dessus ou abaissé au-dessous du premier. On fait ainsi passer de l'un dans l'autre une certaine quantité d'eau ; d'où il résulte un refoulement ou un appel d'air dans le réservoir fixe. Une large tubulure placée à la partie supérieure

de ce dernier réservoir reçoit l'une des extrémités du tuyau de $20^m$. Ce tuyau devient ainsi le siège d'un écoulement par compression ou par aspiration, c'est-à-dire sous pression positive ou sous pression négative : c'est la reproduction schématique de l'expiration et de l'inspiration.

» Cet outillage permet la reproduction facile de deux séries d'expériences fondamentales :

1° Dans l'une, on transforme un écoulement *soufflant* en écoulement silencieux, par diminution de la vitesse de l'écoulement.

2° Dans l'autre, on rend à un écoulement silencieux son aptitude soufflante, sans modifier la vitesse de l'écoulement.

» *Transformation d'un écoulement soufflant en écoulement silencieux, par ralentissement de la vitesse de l'air.* — Un écoulement d'air est établi dans le tuyau de $20^m$, soit par refoulement, soit par appel, avec une vitesse assez considérable, par exemple $4^m$ par seconde. Cet écoulement est très fortement soufflant dans toute la longueur du tuyau. Que si l'on diminue graduellement la vitesse de l'écoulement, en diminuant la dénivellation entre les surfaces d'eau des deux réservoirs, il arrive un moment où tout bruit de souffle est supprimé dans le tuyau : l'écoulement est rendu tout à fait aphone.

» Mais cette aphonie ne survient pas en même temps aux deux extrémités du tuyau. Elle débute par l'extrémité qui constitue la porte d'entrée de l'air. Lorsque l'écoulement se fait par refoulement, tout souffle disparaît du côté de l'entrée même avant que la vitesse de l'air ait été réduite à $2^m$ par seconde (dénivellation de $36^{cm}$ à $40^{cm}$ par seconde). A l'autre extrémité, celle qui répond à la sortie de l'air, pour que le souffle disparaisse complètement sous l'oreille, il faut que la dénivellation soit diminuée davantage.

» D'après cette expérience on serait tenté de croire que les bruits de souffle entendus dans les tuyaux, qui sont le siège d'un écoulement d'air, se produisent *sur place*, par collision des molécules d'air sur la paroi des tuyaux. La marche de la disparition des souffles, pendant l'atténuation graduelle de la vitesse d'écoulement, est très favorable à cette manière de voir. En effet, la production du bruit dans l'expérience se montre influencée, comme l'est le frottement, par la vitesse de l'écoulement de l'air. Il ne faut pas oublier que l'air n'est pas animé de la même vitesse dans toute l'étendue des tuyaux où il s'écoule. Le chemin parcouru par l'air en un temps donné croît en progression arithmétique, à peu près régulière, de l'entrée à la sortie des tuyaux, parce que la valeur du débit, en chaque point que l'on considère, est inversement proportionnelle à la densité de l'air entraîné ou à la pression qu'il supporte. Or la pression supportée par l'air en mouvement dans un tuyau diminue graduellement de l'entrée à la sortie. La

vitesse d'entraînement de l'air augmente donc graduellement à mesure qu'il s'avance vers l'orifice d'écoulement.

» Ainsi, dans notre expérience, le souffle cesse d'abord de se faire entendre du côté de l'entrée de l'air, là où l'écoulement est le moins rapide, puis du côté de la sortie, là où l'écoulement prend plus de rapidité. Il est donc logique de considérer les bruits de souffle comme l'effet direct de la vitesse avec laquelle l'air entraîné frotte contre les parois du tuyau d'écoulement; mais on va voir que cette hypothèse, si plausible soit-elle, ne représente pas le véritable mécanisme des souffles.

» *Transformation d'un écoulement aphone en écoulement soufflant sans modification de la vitesse de l'air.* — Il convient, pour ces nouvelles expériences, d'adopter la disposition dans laquelle l'écoulement se fait de l'extérieur vers le réservoir : les expériences sont rendues plus faciles. Pour avoir alors un écoulement silencieux du côté de l'orifice de sortie, il faut réduire la dénivellation du réservoir à $20^{cm}$-$25^{cm}$. L'aphonie complète étant obtenue, on substitue à l'ajutage simple de l'extrémité libre un ajutage dilaté, dans sa partie moyenne, par une ampoule cylindrique, longue de $6^{cm}$, large de $3^{cm}$, ayant le pourtour de ses orifices intérieurs parfaitement émoussé comme celui des orifices extérieurs. On constate alors qu'avec la même dénivellation des réservoirs, l'auscultation permet d'entendre un souffle très intense aux deux extrémités du tuyau.

» Ainsi, la vitesse de l'écoulement ne constitue pas le facteur essentiel du mécanisme des souffles, puisque, sans rien changer à cette vitesse, on redonne à un écoulement, rendu aphone, l'aptitude à produire des souffles retentissants.

» La suite de l'expérience apprend quelque chose de plus.

» Cette expérience, en effet, étant disposée comme il vient d'être dit, on arrive encore, par ralentissement graduel de la vitesse d'écoulement, à faire disparaître le souffle. Mais, chose remarquable, *l'aphonie survient plus tôt du côté de la sortie que du côté de l'entrée.* C'est précisément le contraire de ce qui s'observe dans la première série des expériences. Maintenant, en effet, il faut ramener la différence des niveaux de l'eau dans les deux réservoirs à $16^{cm}$-$17^{cm}$, pour rendre l'écoulement silencieux du côté de la sortie de l'air, et à $15^{cm}$-$16^{cm}$, pour obtenir le même résultat du côté de l'entrée.

» Ces faits ne permettent plus de considérer la production des souffles comme l'effet direct de la vitesse de l'écoulement, vitesse qui, au-dessus d'une certaine valeur minima, donnerait au frottement de l'air, sur la paroi du tuyau, l'aptitude à provoquer, entre les molécules gazeuses, des collisions sonores.

» *Objection.* — La substitution d'un ajutage ampullaire à un ajutage simple ne modifie pas d'une manière appréciable la vitesse d'ensemble de

l'écoulement, dont la pente générale reste exactement la même dans les deux cas : ceci est parfaitement vrai. Mais il se produit des modifications locales, tenant aux changements que la présence de l'ampoule introduit dans la distribution des pressions. Il est sûr, en effet, qu'au point où l'air passe de l'ampoule dans le tuyau, il y a une chute brusque de la pression, donc une accélération de l'écoulement. Ne serait-ce pas cette accélération, en un point extrêmement limité, qui serait la cause du souffle provoqué par l'adjonction de l'ampoule? La question peut être posée. Mais il n'y faut voir qu'une objection théorique. S'il est vrai, en effet, que l'accélération locale d'un écoulement puisse atteindre une grande valeur du fait de la présence d'une ampoule sur le trajet d'un tuyau, ce n'est pas dans le cas particulier que nous examinons. En effet, sur notre tuyau de $20^m$, une ampoule de $6^{cm}$ de long, placée à quelques centimètres du point d'entrée de l'air, ne peut exercer qu'une influence insignifiante sur la vitesse de l'écoulement, au point d'union de l'ampoule et du tuyau. Néanmoins, il est bon de montrer expérimentalement que cette objection ne doit pas être prise en considération. Ladite démonstration se trouve, avec d'autres renseignements importants, dans l'expérience suivante.

» *Écoulement aphone rendu soufflant sans aucune modification matérielle apportée à l'appareil où s'effectue l'écoulement.* — Cette fois on se sert d'un écoulement d'air allant du réservoir à l'extrémité libre du tuyau, c'est-à-dire s'effectuant sous pression positive. L'écoulement est rendu silencieux par un amoindrissement suffisant de la dénivellation de l'eau des réservoirs. Que l'on approche alors de l'orifice de sortie, une mince membrane en caoutchouc, bien tendue sur une caisse de résonance; aussitôt l'écoulement devient soufflant dans toute la longueur du tuyau : les vibrations de la veine fluide *extérieure*, qui s'échappe de ce tuyau, sont alors assez renforcées pour que le souffle qui en résulte s'entende non seulement près de l'orifice de sortie, mais encore près de l'orifice d'entrée, c'est-à-dire à $20^m$ du point où le bruit prend naissance.

» *Conclusion définitive.* — Cette expérience ne laisse subsister aucun doute sur le lieu de production et le mécanisme des souffles entendus dans les tuyaux, siège d'un écoulement d'air. Ces souffles ne se produisent pas sur place. Ils sont l'effet de la transmission des bruits engendrés par les veines fluides vibrantes qui se forment aux orifices d'écoulement (veines extérieures), ou à l'entrée des dilatations absolues ou relatives des tuyaux (veines intérieures).

» *Expériences confirmatives.* — 1° Dans tous les cas dont il a été parlé jusqu'à présent, si l'on compare attentivement les bruits entendus aux deux extrémités du

tuyau, ces bruits sont plus faibles, plus lointains à l'une de ces extrémités. On sent qu'ils se produisent à l'autre d'où ils se propagent vers la première. Au moins ceci est-il très net lorsque l'écoulement s'opère avec la vitesse minima nécessaire à sa sonorité.

» 2° Si, l'écoulement ayant lieu de l'extérieur vers le réservoir, on place, à l'extrémité libre du tuyau, une ampoule dont l'orifice extérieur puisse être facilement modifié dans sa longueur, sans atteinte portée au diamètre, le timbre et l'intensité du bruit produit par la veine fluide intérieure, qui se forme alors dans l'ampoule, subissent des modifications considérables. Or, toutes ces modifications se traduisent $20^m$ plus loin, près de l'orifice de sortie; elles donnent bien alors aux bruits entendus sur ce point leur véritable caractère, celui de bruits transmis.

» Ces expériences ont été variées de bien des manières, et toujours elles ont donné les mêmes résultats. Jamais il n'a été possible, dans les conditions expérimentales où je me suis placé, de produire des souffles autres que ceux qui résultent des vibrations des veines fluides, *extérieures* ou *intérieures*, engendrées par l'écoulement de l'air. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Application de la pomme de terre à l'alimentation du bétail. — Production de la viande;* par M. **Aimé Girard**.

« C'est, en maintes contrées, une coutume ancienne que de faire intervenir accidentellement, et dans une mesure limitée, la pomme de terre à l'alimentation du bétail. Il en est ainsi en France dans les provinces de l'Est, dans certaines parties de la Bourgogne, etc.

» Mais c'est toujours sans règle et sans compte que cette intervention a eu lieu jusqu'ici. Deux agriculteurs seulement, M. Cormouls-Houlès à Mazamet (Tarn) et M. Pluchet, à Roye (Somme), ont, l'année dernière, fait connaître à ce propos quelques résultats précis et singulièrement satisfaisants d'ailleurs.

» Ces résultats, cependant, ne sauraient suffire à éclairer nos cultivateurs au sujet de la grande valeur fourragère qu'il convient d'attribuer à la pomme de terre; pour porter la conviction dans leur esprit, c'était chose nécessaire que de soumettre la question à un examen nouveau, essentiellement méthodique, et permettant d'établir la balance entre les dépenses et les profits que détermine l'emploi de ce fourrage.

» Cet examen, il est vrai, a déjà donné lieu en Allemagne, il y a trente ans, à divers travaux dus à MM. Wolf, Wilhem et surtout à M. le Dr Kühn; mais, aujourd'hui, en suite des grands progrès accomplis par la culture

intensive de la pomme de terre, les conclusions auxquelles ces travaux ont conduit doivent être regardées comme surannées.

» Les considérations qui précèdent m'ont amené à penser que ce serait faire œuvre utile à l'agriculture française que de reprendre cet examen, et c'est sur les animaux de l'espèce bovine et de l'espèce ovine qu'il m'a semblé surtout intéressant de le faire porter.

» Ainsi limitée, l'entreprise était cependant trop vaste encore pour que je pusse prétendre à la suivre tout entière. J'ai pensé qu'il y aurait avantage pour la science agricole à ce qu'elle fût divisée, et j'ai fait appel, pour qu'il en prît sa part, à M. Cornevin, professeur à l'École Vétérinaire de Lyon, bien connu pour ses travaux sur l'alimentation du bétail.

» Répondant à cet appel, M. Cornevin a bien voulu se charger d'étudier à Lyon, suivant ses inspirations propres, l'influence de l'alimentation à la pomme de terre sur les vaches laitières (¹); tandis que, de mon côté, je m'appliquais à préciser l'influence de cette alimentation sur la production de la viande.

» C'est à Joinville-le-Pont, dans les étables de la ferme de la Faisanderie, annexée à l'Institut national agronomique, et sous la surveillance de M. Lachouille, régisseur de la ferme, que mes recherches ont eu lieu. Elles ont porté sur une bande de neuf grands bœufs, du poids de $800^{kg}$ en moyenne, que M. Maringe, éleveur réputé de la Nièvre, avait bien voulu me confier, et sur 33 moutons choisis dans le troupeau de Joinville; elles ont duré du 28 novembre 1893 au 24 mars 1894.

» Le plan d'ensemble suivant lequel ces recherches ont été conduites a consisté à mettre en parallèle, pour les bœufs aussi bien que pour les moutons, trois lots recevant : le premier, une ration normale faite de betteraves et de foin; le second, une ration normale également, équivalente à la première, mais faite de pommes de terre et de foin; le troisième, une ration enrichie en pommes de terre; les deux premiers lots devant permettre de constater la valeur de la pomme de terre fourragère au point de vue de la production de la viande, en comparaison avec la valeur bien connue de la betterave; le troisième étant destiné à reconnaître l'influence d'une quantité de tubercules supérieure à la ration normale et à fixer, par conséquent, la limite de l'emploi utile de la pomme de terre.

» C'est à l'état cuit que ce fourrage, sauf un cas distinct de ceux qui viennent d'être indiqués, a été délivré aux animaux.

» La betterave et la pomme de terre, mises en parallèle, avaient l'une

---

(¹) Voir, page 115, la Note de M. Cornevin.

et l'autre une composition telle qu'au point de vue des matières sèches, considérées comme nutritives, 100$^{kg}$ de betteraves équivalaient à 50$^{kg}$ de pommes de terre.

» Dans ces conditions, la ration normale a été, par tête et par jour :

» 1° Pour les bœufs, de 50$^{kg}$ de betteraves ou de 25$^{kg}$ de pommes de terre cuites, enrobés dans 5$^{kg}$ de menue paille, de 7$^{kg}$,500 de foin et de 30$^{gr}$ de sel.

» 2° Pour les moutons, de 4$^{kg}$ de betteraves ou de 2$^{kg}$ de pommes de terre cuites, enrobés dans 0$^{kg}$,500 de menue paille, de 0$^{kg}$,750 de foin et de 30$^{gr}$ de sel.

» Quant à la grande ration, elle a été constituée en portant la proportion de pommes de terre à 30$^{kg}$ pour les bœufs et à 3$^{kg}$ pour les moutons, la proportion de foin, de la menue paille, etc., ne subissant d'ailleurs aucun changement.

» Les bœufs ont été, aussi exactement que possible, répartis en trois lots de trois animaux chacun : le premier pesait au total 2387$^{kg}$,900, le second 2316$^{kg}$, le troisième 2362$^{kg}$,500.

» Pour mieux caractériser l'influence exercée sur l'accroissement de ces bœufs par l'alimentation à la pomme de terre, j'ai maintenu d'abord en comparaison, pendant une période de 61 jours, du 28 novembre 1893 au 27 janvier 1894, les trois lots séparés, recevant chacun la ration ci-dessus indiquée. Chaque semaine, les bœufs étaient individuellement pesés à la bascule; sans noter ici ces pesées successives (¹), j'indiquerai les pesées initiales et finales de chaque lot, ainsi que l'augmentation en poids vif à laquelle celles-ci correspondent.

| | | Poids | | Augmentation du poids vif | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | initial. | final. | totale. | par tête et par jour. | en cent. du poids init. |
| | | kg | kg | kg | kg | |
| 1$^{er}$ lot. | Ration normale de betterave et de foin. | 2387,9 | 2569 | 186,4 | 1,000 | 7,3 |
| 2$^{e}$ lot. | Ration normale de pommes de terre et de foin. | 2316,0 | 2564 | 238,5 | 1,308 | 10,1 |
| 3$^{e}$ lot. | Grande ration de pommes de terre et de foin. | 2362,5 | 2638 | 276,5 | 1,520 | 13,7 |

(¹) *Voir* le Mémoire complet qui paraîtra prochainement au *Bulletin du Ministère de l'Agriculture*.

» Ces chiffres suffisent à établir, d'une manière saisissante, la supériorité de l'alimentation à la pomme de terre sur l'alimentation à la betterave.

» Si la ration est normale, c'est, au bénéfice de la première, une différence de $0^{kg},308$ dans l'augmentation par tête et par jour du poids vif; si la ration est d'un cinquième plus riche en pommes de terre, cette augmentation s'élève jusqu'à $0^{kg},520$.

» A la suite de cette première période, et désireux de charger les animaux en viande nette et en graisse, désireux d'autre part de vérifier l'aptitude de ceux qui avaient été nourris jusqu'alors à la betterave, pour l'alimentation à la pomme de terre, j'ai réuni huit de ces bœufs en un lot unique, dont tous les sujets ont reçu alors indistinctement une ration de pommes de terre et de foin, additionnée de $2^{kg}$ de tourteau par jour. Cette deuxième période a été courte, elle n'a duré que vingt-huit jours; troublée par un accident, elle n'en a pas moins montré les huit bœufs gagnant en moyenne, par tête et par jour, pendant deux semaines, $2^{kg},035$ et même $2^{kg},312$ de poids vif. Ce gain devait être le dernier; à partir du 24 février, en effet, et pendant les deux semaines qui ont suivi, l'augmentation est devenue très faible; les animaux étaient à point et l'effet de l'alimentation à la pomme de terre pouvait être considéré comme complet.

» C'est le 10 mars que cette alimentation a pris fin. Pour l'ensemble des deux périodes qu'elle avait embrassées, les résultats auxquels elle a abouti peuvent être résumés à l'aide de quelques chiffres.

» En quatre-vingt quinze jours les bœufs du lot n° 1, nourris à la betterave pendant soixante-sept jours, à la pomme de terre pendant vingt-huit jours, n'ont augmenté en poids vif que de........................ $0^{kg},956$ par tête et par jour.

» En quatre-vingt un jours, les bœufs du lot n° 2 recevant la ration normale de pommes de terre, ont augmenté de.................................. $1^{kg},331$ »

» En quatre-vingt un jours les bœufs du lot n° 3 recevant la grande ration de pommes de terre, ont augmenté de.................................. $1^{kg},629$ »

» C'est à des résultats plus remarquables encore que m'a conduit l'étude de l'introduction de la pomme de terre dans la ration des moutons.

» Les moutons avaient été assortis en quatre lots.

» Le lot n° 1 (10 moutons) a reçu la ration normale de betteraves et de foin précédemment indiquée.

» Le lot n° 2 (10 moutons) a reçu la ration normale de pommes de terre et de foin.

» Le lot n° 3 (10 moutons) a reçu la grande ration de pommes de terre et de foin.

» A ces trois lots, la pomme de terre a été donnée cuite.

» Un quatrième lot enfin (3 moutons seulement) a été mis au régime de la pomme de terre crue; la ration de ce lot comprenait $3^{kg}$ de pommes de terre et $0^{kg},750$ de foin.

» Les résultats ont été les suivants : comparés l'un à l'autre, les lots n° 1 et n° 2 recevant l'un en betteraves, l'autre en pommes de terre, la ration normale, ont, en soixante-dix jours, réalisé les augmentations suivantes de poids vif :

| | Poids | | Augmentation du poids vif | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | initial. | final. | totale. | par tête et par jour. | en centièmes du poids initial. |
| | kg | kg | kg | kg | kg |
| Lot n° 1 (à la betterave)... | 380 | 419,4 | 39,4 | 0,056 | 10,3 |
| Lot n° 2 (à la pomme de terre) | 388,4 | 464,4 | 76,0 | 0,109 | 19,6 |

L'augmentation, dans le second cas, est double de ce qu'elle est dans le premier.

» Les lots $n^{os}$ 1 et 3, recevant, l'un $2^{kg}$, l'autre $3^{kg}$ de pommes de terre par jour, ont été mis en parallèle, afin d'établir la mesure dans laquelle une augmentation de la ration féculente peut influencer l'augmentation du poids vif; prolongée pendant cent seize jours, la comparaison entre ces deux modes d'alimentation a fourni les résultats ci-dessous :

| | Poids | | Augmentation du poids vif | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | initial. | final. | totale. | par tête et par jour. | en centièmes du poids initial. |
| | kg | kg | kg | kg | kg |
| Lot n° 2 (ration normale).. | 345 | 464,4 | 119,3 | 0,103 | 34,8 |
| Lot n° 3 (grande ration)... | 351,4 | 507,2 | 155,8 | 0,134 | 44,3 |

» Ce sont là des résultats singulièrement remarquables; en cent seize jours, des moutons de $35^{kg}$ ont augmenté de $15^{kg},580$ en poids vif : leur poids a augmenté de moitié.

» Quant au quatrième lot recevant de la pomme de terre crue, mis en parallèle avec le lot n° 3, il a permis de reconnaître qu'à cet état la pomme de terre introduite dans la ration fournit des résultats inférieurs à ceux auxquels aboutit l'emploi de la pomme de terre cuite.

» Pour les moutons, par conséquent, comme pour les bœufs, la pomme

de terre donnée à l'état cuit doit être considérée, au point de vue de l'augmentation en poids vif des animaux, comme un fourrage de premier ordre et, en tout cas, tout à fait supérieur à la betterave.

» Mais, à côté de l'augmentation en poids vif des animaux, et pour apprécier la valeur de l'alimentation qu'ils reçoivent, il convient de faire intervenir leur rendement en viande nette et la qualité de cette viande.

» De ce côté, l'emploi de la pomme de terre cuite a donné des résultats inespérés. Le rendement en viande nette pour les bœufs s'est élevé, en moyenne, à 59,17 pour 100.

» Pour le lot n° 2, recevant la ration normale, il a atteint 60,19 pour 100. Le rendement ordinaire des bœufs d'étable ne dépasse pas 53 à 56 pour 100; de ce côté, la supériorité est donc de 3 à 6 pour 100 du poids vif.

» Pour les moutons, le rendement en viande nette s'est élevé à 51 pour 100; il était, à la sortie du troupeau, avant l'alimentation à la pomme de terre, de 41 pour 100; c'est chose rare, d'ailleurs, que de voir le rendement de 50 pour 100 dépassé.

» Quant à la qualité de la viande, elle était absolument supérieure. Toutes les personnes qui ont eu l'occasion de la goûter l'ont trouvée fine et succulente entre toutes.

» Le succès est donc complet au point de vue de l'augmentation en poids vif, du rendement en viande nette et de la qualité.

» Une seule question reste à examiner maintenant : c'est celle du prix auquel ces résultats ont été obtenus.

» Sans prétendre fournir, à ce propos, des données rigoureusement exactes, j'ai tenté cependant, dans mon Mémoire, de présenter au moins un aperçu des dépenses et des recettes, et je suis ainsi arrivé, en chargeant mes dépenses, en allégeant au contraire mes recettes, à reconnaître que, dans les conditions où mes recherches ont été faites, le bénéfice net pouvait être considéré comme s'élevant :

| | | | Par tête. fr |
|---|---|---|---|
| Pour les bœufs nourris | à la betterave, à | | 45,28 |
| | à la pomme de terre | ration normale, à.... | 104,83 |
| | | grande ration, à..... | 81,10 |
| Pour les moutons nourris à la pomme de terre | | ration normale, à.... | 5,50 |
| | | grande ration, à..... | 4,94 |

» D'où il convient de conclure que, de toutes les rations, c'est la ration normale qui fournit, au point de vue économique, les résultats les plus rémunérateurs.

» Pour les bœufs comme pour les moutons, il est une limite au delà de laquelle l'augmentation de poids vif est payée d'un trop grand prix.

» Des faits qui viennent d'être exposés, il résulte que, dans la pomme de terre riche et à haut rendement, il convient de voir dorénavant un fourrage normal fournissant économiquement des résultats remarquables, au point de vue de la production de la viande. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — Note de M. **Armand Gautier** accompagnant la présentation de l'Ouvrage qu'il vient de publier sous le titre : « *La Chimie de la cellule vivante* » (¹).

« J'ai écrit avec soin ce petit Ouvrage, où j'expose le mécanisme de la vie de la cellule tel que je le conçois aujourd'hui à la suite d'un travail d'esprit et de recherches de laboratoire qui n'ont pas duré moins de vingt années.

» L'observation que je faisais en 1872 que les microbes anaérobies produisent des alcaloïdes (les *ptomaïnes*) aux dépens des albuminoïdes qu'ils dédoublent, que c'est là une condition tout à fait générale du fonctionnement de ces petits organismes, m'a conduit plus tard à chercher si les cellules des tissus des animaux ne pouvaient pas aussi, dans certains cas, être le siège d'une fonction semblable. La découverte des leucomaïnes est venue répondre affirmativement à cette hypothèse; elle me fit dès lors soupçonner que l'économie animale pouvait être, au moins localement, le siège de phénomènes anaérobies. J'ai donné en 1882 les preuves tirées de considérations d'ordre divers que cette conception, appliquée à l'ensemble de l'être vivant, était bien conforme aux faits. Mais faisant un pas de plus, et qui me paraît important, j'espère avoir démontré dans cet Ouvrage que toutes, ou presque toutes les cellules de l'économie animale sont *à la fois le siège d'un double fonctionnement anaérobie et aérobie*. Dans la profondeur du protoplasma albuminoïde de la cellule se produisent d'une manière continue et régulière des phénomènes d'hydratation et même de réduction, *à l'abri de toute intervention de l'oxygène étranger*. Dans les parties vacuolairse ou périphériques de la cellule, les *produits formés* à l'abri de l'oxygène sont soumis ensuite à l'action de ce gaz, et se brûlent définitivement.

» C'est dans la première phase, ou phase anaérobie, de ces dédoublements du protoplasma cellulaire que se produisent les hydrates de carbone,

(¹) *Encyclopédie Léauté.*

les sucres, les graisses, les uréides et l'urée elle-même. Cette dernière substance, l'urée, n'est donc pas un produit d'oxydation, directe ou indirecte, des substances protéiques, comme on le croit généralement, mais un produit d'hydratation, ou plutôt de fermentation hydratante de ces substances. C'est seulement aux albuminoïdes, et à l'eau qu'elles fixent, que l'urée emprunte son oxygène.

» Presque toutes les cellules de l'économie fonctionnent sur le même type. Partout les matières albuminoïdes des protoplasmas donnent par hydratation de l'urée ou des uréides, des amides et des corps non azotés; mais, tandis que dans les cellules hépatiques il se dépose du glycogène, dans la plupart des autres cellules, ce dernier corps ne se forme que virtuellement; il est remplacé par un système équivalent, à savoir des graisses et de l'acide carbonique formés simultanément, sans intervention de l'oxygène, par dédoublement fermentatif.

» C'est le Tableau synthétique de ces phénomènes, et les mécanismes par lesquels l'urée, les uréides, les leucomaïnes, les amides, les ferments, le glycogène et les corps gras se produisent corrélativement à la destruction des albuminoïdes, que j'expose dans ce petit Ouvrage. »

M. **Haton de la Goupillière** fait hommage à l'Académie d'une brochure dans laquelle il a envisagé la recherche de la courbe de potentiel minimum.

## MÉMOIRES LUS.

GÉOGRAPHIE BOTANIQUE. — *Sur la distribution géographique des* Cyrtandrées. Note de M. E. **Drake del Castillo.**

« On a souvent cherché à caractériser les différentes régions du globe, au point de vue botanique, par la présence d'une espèce ou d'un groupe plus ou moins étendu d'espèces : ainsi, la région intertropicale qui s'étend de l'Hindoustan aux limites orientales de l'Archipel asiatique doit sa physionomie particulière aux *Corypha, Borassus*, *Nepenthes*, etc. A côté de ces formes saillantes s'en trouvent d'autres qui le sont moins, mais qui, néanmoins, occupent un rang assez important dans la Botanique systématique. Tel est le cas des Cyrtandrées, tribu intéressante à étudier dans l'immense

flore qui semble avoir son siège principal dans la région indo-malaise.

» Les Cyrtandrées exigent toutes, sauf de rares exceptions, les mêmes conditions climatériques, savoir une température élevée sans être extrême et une grande humidité. Vu la distribution des moyennes de température sur le globe pendant la saison chaude, on peut ranger celles qui dépassent 28°C. parmi les extrêmes et celles qui n'atteignent pas 25° parmi les modérément élevées. D'autre part, on peut considérer comme très humides les régions qui reçoivent une précipitation annuelle de $2^m$ et davantage. Si l'on cherche sur la carte de l'ancien monde, sur quels points ces conditions sont le plus complètement réalisées, on trouvera tout d'abord l'Archipel asiatique. Largement ouvertes aux moussons tropicales, les îles de l'Océan indien reçoivent une quantité d'eau annuelle considérable : environ $2^m$; leur situation dans la zone équatoriale fait qu'il n'y a guère pour elles, dans tout le cours de l'année, qu'une seule saison pendant laquelle la température est presque uniformément de 25°C. Si l'on s'écarte de l'Archipel asiatique ou de la Polynésie, on retrouvera les mêmes conditions climatériques dans d'autres pays, mais cette fois pendant une partie de l'année seulement et avec cette différence que l'on devra, pour apprécier la température de la saison chaude, l'observer en juillet pour l'hémisphère boréal, et en janvier pour l'hémisphère austral. On peut donc chercher à circonscrire une portion de l'ancien monde, l'Afrique exceptée, au nord de l'équateur par la ligne isotherme de 28° en juillet et au sud par l'isotherme de janvier d'un égal degré. Si l'on combine cette ligne avec celle des fortes précipitations, on obtiendra une aire d'une forme irrégulière dont la limite partira de l'est de la Polynésie, s'avancera vers le nord-ouest jusqu'à l'Asie, en passant au nord de l'Archipel malais, renfermera une partie de la Chine orientale, puis sera un peu refoulée au sud-est par les montagnes du Thibet, fera une pointe le long de l'Himalaya dans les régions arrosées par les tributaires de la rive gauche du Gange, reviendra sur ses pas jusque vers l'embouchure du grand fleuve indien, descendra en laissant à l'ouest la péninsule hindoue jusqu'à l'île de Ceylan qu'elle renfermera, de là remontera vers le nord détacher une étroite bande de terre sur la partie occidentale de l'Hindoustan jusque vers Bombay, retournera alors vers l'Archipel asiatique, passera au sud de Sumatra, de Java et de la Nouvelle-Guinée, échancrera la portion orientale de l'Australie, et reviendra à son point de départ en passant au sud de la Nouvelle-Calédonie et de la Polynésie. La vaste région que l'on aura ainsi limitée correspond à peu près à

l'aire de diffusion de la presque totalité des Cyrtandrées. Il n'y a en dehors d'elle qu'une espèce à la Nouvelle-Zélande, les quatre *Ramondia* européens (y compris l'*Haberlea*), un petit nombre d'espèces remontant jusque dans la Chine septentrionale, et un *Conandron* au Japon.

» Les espèces sont inégalement réparties dans les divers pays que cette région comprend. Les îles de l'Archipel indien sont les plus riches (de 46 à 47 pour 100 environ de la totalité des espèces de l'ancien monde); l'Inde transgangétique en compte de 18 à 19, la Polynésie environ 17, l'Inde cisgangétique de 13 à 14, la Chine de 10 à 11, la Nouvelle-Calédonie 12 et l'Australie 1. Les îles de l'Archipel asiatique peuvent donc être considérées comme le point central de répartition des Cyrtandrées : presque tous les types de sous-tribu y sont représentés : genres à fruit sec et déhiscent, ou à fruit charnu et indéhiscent, à graines munies d'une aigrette ou à graines nues. Le genre le plus considérable par le nombre d'espèces, sinon celui qui par ses caractères représente le type de la majorité des genres de la tribu, quoiqu'il lui ait donné son nom, le genre *Cyrtandra*, partage presque exclusivement les espèces dont il se compose entre les îles de l'Archipel asiatique et la Polynésie : cette dernière contrée n'en possède pas d'autres. Parmi les grandes îles de l'Archipel asiatique, Bornéo est la plus riche en *Cyrtandra;* viennent ensuite Sumatra et Java. Dans l'Inde transgangétique la région la plus riche est l'Assam. Vu l'état actuel de nos connaissances, les diverses autres parties de l'Indo-Chine semblent devoir être également pourvues de Cyrtandrées, car le chiffre des espèces qu'on en possède est à peu près en proportion de l'importance des matériaux que les explorateurs en ont rapportés. C'est ainsi que l'Inde transgangétique anglaise semble plus riche que l'Annam et le Tonkin, parce que ces derniers pays ont été peu explorés; et l'on peut cependant citer la collection de Balansa, laquelle donne une idée assez exacte de la végétation du Tonkin méridional, et qui sur 2000 espèces à peine comprend près de 20 Cyrtandrées. Dans l'Inde cisgangétique les régions les plus riches sont le Sikkim et le Népaul; Ceylan et les monts Nilgherries occupent un rang secondaire. On remarquera avec intérêt que la richesse en Cyrtandrées diminue, lorsque du système orographique du bassin de l'Irraouaddy, et des affluents de la rive gauche du Brahma-Poutra, on passe dans celui du bassin du Gange.

» L'Afrique ne compte qu'un petit nombre de Cyrtandrées (de 4 à 5 pour 100 du chiffre total des espèces de l'ancien monde); mais, là encore, on retrouve les espèces de cette tribu partout où sont réalisées les condi-

tions climatériques indiquées plus haut. Des remarques analogues pourraient être faites sur le continent américain.

» Quant aux Cyrtandrées européennes, il est assez curieux que, pour les retrouver, on soit obligé de faire un énorme saut de l'Inde aux Balkans et de là dans les Pyrénées. Ce phénomène de disjonction prouverait-il que les *Ramondia* sont des restes d'une antique flore existant à une époque à laquelle nos climats étaient plus chauds et plus humides?

» En général, l'habitation de chaque espèce de Cyrtandrées est assez restreinte et, sauf de rares exceptions, l'aire la plus vaste qu'une espèce puisse couvrir s'étend à peine plus loin que du Népaul à l'Assam inclusivement, ou de la péninsule de Malacca à l'extrémité de Java. Les espèces sont très voisines les unes des autres.

» En résumé, l'étude de la distribution des Cyrtandrées prouve deux faits d'ordre différent : 1° cette tribu comprend des espèces qui, presque universellement, recherchent des conditions climatériques uniformes; 2° elle peut être prise avec assez de vérité comme type pour étudier dans quelle limite s'étend le domaine de la flore indo-malaise. »

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Sappin-Trouffy** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire « Sur les Urédinées ».

(Commissaires : MM. Duchartre, Van Tieghem.)

M. **Ch. Degagny** adresse une Note intitulée : « Sur la formation de la plaque nucléaire et l'orientation des fils du fuseau chez les végétaux ».

(Commissaires : MM. Duchartre, Van Tieghem, Bornet.)

M. **Cote** adresse la description d'un moteur « applicable à l'industrie, à l'Agriculture et à la locomotion ».

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

## CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** invite l'Académie à lui adresser une liste de deux candidats pour la chaire d'Anatomie comparée, laissée vacante au Muséum d'Histoire naturelle par le décès de M. *Pouchet*.

(Renvoi à la Section d'Anatomie et Zoologie.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégration algébrique des équations différentielles linéaires.* Note de M. **Paul Painlevé**, présentée par M. Picard.

« Les résultats publiés par M. Vernier, dans les *Comptes rendus* du 11 juin « Sur les équations linéaires du second ordre », sont des théorèmes bien connus de M. F. Klein. La méthode par laquelle M. Vernier a retrouvé ces résultats n'est que l'application aux équations du second ordre (à coefficients rationnels) de la méthode que j'ai indiquée pour une équation linéaire d'ordre quelconque, à coefficients algébriques (voir les *Comptes rendus*, juin, juillet 1887 et février 1888).

» Les propositions que j'ai obtenues se résument ainsi : soit une équation différentielle linéaire d'ordre $q$ *à coefficients algébriques*,

$$(1) \qquad \frac{d^q y}{dx^q} + A_{q-1}\frac{d^{q-1} y}{dx^{q-1}} + \ldots + A_1\frac{dy}{dx} + A_0 y = 0,$$

dont les coefficients A sont exprimés rationnellement en fonction des variables $x$ et X liées par la relation algébrique $G(x, X) = 0$. Soit, en outre, $z = \frac{y'}{y}$; la fonction $z$ vérifie une équation différentielle d'ordre $(q-1)$ facile à former. Ceci posé, *quand l'intégrale générale de* (1) *est algébrique :*

» 1° $q$ intégrales distinctes $y(x)$ satisfont à une relation de la forme

$$(2) \qquad y^{nN} + \alpha_1 y^{n(N-1)} + \ldots + \alpha_{N-1} y^n + \alpha_N = 0,$$

où les $\alpha$ sont rationnels en $x$ et X; N appartient à un certain système d'entiers bien définis pour chaque valeur de $q$ et inférieurs dans tous les cas à

une certaine limite $\varphi(q)$ donnée explicitement par M. Jordan; l'entier $n$, pour certaines valeurs de N, peut dépasser toute limite (1);

» 2° $q$ intégrales $z$ de l'équation en $z$ sont des fonctions algébriques du point analytique $(x, X)$ à N déterminations.

» J'ai, d'autre part (*loc. cit.*), indiqué un procédé pour calculer toutes les intégrales *algébriques* d'une équation en $z$ qui ne prennent qu'un nombre *connu* de valeurs. D'où cette conclusion :

» *Étant donnée une équation* (1), *on peut toujours* (*à l'aide d'un nombre fini d'opérations algébriques*) *reconnaître si son intégrale est algébrique ou ramener l'équation à une quadrature*

$$\frac{y'}{y} = B(x, X),$$

B désignant une fonction algébrique à N valeurs de $(x, X)$; le problème revient alors à reconnaître si la différentielle $B(x, X)\,dx$ s'intègre par un seul logarithme. Ce dernier cas correspond aux valeurs de N pour lesquelles $n$ peut dépasser toute limite.

» Pour $q = 2$, 3 ou 4, les travaux de MM. Schwarz, F. Klein et Jordan, font connaître explicitement toutes les valeurs de N et de $n$. Quand l'équation (1) est du second ordre et a ses coefficients rationnels, les résultats précédents coïncident avec ceux de M. F. Klein et la méthode avec celle de M. Vernier.

» La même méthode permet de *former toutes les équations du second ordre, ou du troisième, etc., dont les coefficients sont rationnels, ou à deux valeurs, etc., qui s'intègrent algébriquement*. J'ai indiqué d'ailleurs, pour résoudre cette dernière question, une méthode plus élégante où interviennent certains invariants, et qui généralise la méthode de F. Klein relative au second ordre (voir les *Comptes rendus*, mai, juin 1887). Mais *pour reconnaître si une équation donnée s'intègre algébriquement*, la première méthode est la plus brève de toutes : c'est, je crois, la première solution qu'on ait donnée du problème quand l'ordre $q$ surpasse 2 et ($q$ étant égal à 2) quand les coefficients sont algébriques.

» Les considérations précédentes s'étendent à la recherche des intégrales algébriques *particulières*. Admettons, en effet, que l'équation (1) possède seulement $r$ intégrales algébriques distinctes $(r < q)$, soit

---

(1) Les groupes linéaires correspondants sont les analogues du groupe cyclique et du groupe du diédre qu'on rencontre pour $q = 2$.

$y = c_1 y_1 + \ldots + c_r y_r$. Parmi ces intégrales, il en existe $r$ qui vérifient une équation de la forme (2) où N est inférieur à $\varphi(r)$. D'où ce théorème :

» *On peut toujours calculer algébriquement toutes les intégrales algébriques d'une équation* (1) *ou ramener le problème à reconnaître si une certaine différentielle algébrique s'intègre par un seul logarithme.*

» L'énoncé subsiste si l'on assujettit seulement les intégrales à la condition que leur dérivée logarithmique soit algébrique.

» Au lieu d'une équation linéaire, considérons plus généralement *une équation d'ordre q*,

$$(3) \qquad y^{(q)} = \mathrm{F}[y^{(q-1)}, \ldots, y', y, x],$$

*dont l'intégrale générale est une fonction algébrique* CONNUE *des q constantes* (les coefficients dépendant de $x$ d'une manière quelconque) :

$$y = f[a_1, a_2, \ldots, a_q, (x)].$$

En s'aidant de résultats plus récents que j'ai publiés sur les équations différentielles (voir les *Comptes rendus*, janvier-février 1893), on arrive à la conclusion suivante :

» *On peut toujours algébriquement calculer toutes les intégrales algébriques de* (3) *ou ramener leur détermination à des quadratures.*

» (Les *périodes* de ces quadratures sont alors assujetties à certaines conditions pour que les intégrales correspondantes soient algébriques.)

» A une équation (3), il est loisible de substituer un système différentiel quelconque ou un système complet, pourvu que l'intégrale générale soit toujours une fonction algébrique *connue* des constantes. On peut même embrasser des équations plus générales encore, telles que *celles qui se ramènent à une équation* (3) *en changeant* $y$ *en* $f(y)$, $f$ *étant quelconque ;* le type de ces dernières équations est l'équation de Kummer étudiée spécialement par M. Goursat.

» Enfin les considérations précédentes s'étendent en partie aux intégrales $y_1(x)$ *non algébriques mais qui n'admettent qu'un nombre fini* (*non donné*) *de valeurs*. Quand une équation (1) admet $r$ intégrales distinctes de cette nature, $r$ de ces intégrales vérifient une relation de la forme (2), où N est inférieur à $\varphi(x)$ et où les $\alpha$ sont *uniformes* en $(x, \mathrm{X})$ ; une proposition analogue s'applique aux équations (3), par exemple à l'équation de Riccati.

» La recherche des intégrales $y_1(x)$ se ramène *algébriquement* à recon-

naître si une certaine équation admet des intégrales particulières *uniformes* en $(x, X)$, problème qu'on sait résoudre dans certains cas. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations aux dérivées partielles, linéaires et à caractéristiques réelles.* Note de M. **Delassus**, présentée par M. Picard.

« 1. Soient $a$ et $b$ deux séries en $x - x_0, y - y_0$ et A et B deux séries en $\xi$ et $\eta$ telles que les coefficients des deux dernières soient supérieurs, l'égalité étant exclue, aux modules des coefficients correspondants des deux premières.

» Considérons les deux équations

$$\frac{\partial z}{\partial y} = a \frac{\partial z}{\partial x} + b, \qquad \frac{\partial \zeta}{\partial \eta} = \mathrm{A} \frac{\partial \zeta}{\partial \xi} + \mathrm{B},$$

et les caractéristiques

$$\frac{dx}{dy} = -a, \qquad \frac{d\xi}{d\eta} = -\mathrm{A},$$

respectivement issues de $m_0(x = x_0, y = y_0)$ et de $\mathrm{M}_0(\xi = 0, \eta = 0)$, et intégrons la première équation en nous donnant $z = f(x)$ pour $y = y_0$, $f(x)$ étant développable en $x_0$ et la seconde en se donnant $\zeta = \mathrm{F}(\xi)$ pour $\eta = 0$, $\mathrm{F}(\xi)$ étant développable en $\xi = 0$ et majorante pour $f(x)$. Nous aurons facilement :

» Lemme. — *Il est possible de trouver des segments $l$ et $\mathrm{L}$ sur les deux caractéristiques, se correspondant point par point par la formule $y = y_0 + \eta$ et tels que :*

» 1° *En tout point* M *de* L *les fonctions* A *et* B *sont encore majorantes pour $a$ et $b$ au point correspondant $m$ de $l$;*

» 2° *La fonction $z$ est développable en tout point de $l$, la fonction $\zeta$ est développable en tout point de* L *quelle que soit la fonction $f(x)$;*

» 3° *Quelle que soit $f(x)$, en tout point* M, *la série $\zeta$ est majorante pour la série $z$ en $m$.*

» 2. On remarque que l'opération $\frac{\partial}{\partial y} - \lambda \frac{\partial}{\partial x}$ effectuée sur une équation linéaire introduit les caractéristiques $\frac{dx}{dy} = -\lambda$. D'où suit que si une équation a toutes les racines de son équation caractéristiques réelles

$(\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_n)$, on peut former *a priori* des équations intégrables immédiatement et les possédant. Nous considérerons

$$\left(\frac{\partial}{\partial y} - \lambda_n \frac{\partial}{\partial x}\right)\left(\frac{\partial}{\partial y} - \lambda_{n-1} \frac{\partial}{\partial x}\right) \cdots \left(\frac{\partial}{\partial y} - \lambda_2 \frac{\partial}{\partial x}\right)\left(\frac{\partial}{\partial y} - \lambda_1 \frac{\partial}{\partial x}\right) Z = \theta(xy)$$

équivalente au système

$$\frac{\partial z}{\partial y} = \lambda_1 \frac{\partial z}{\partial x} + \varphi_1, \qquad \frac{\partial \varphi_1}{\partial y} = \lambda_2 \frac{\partial \varphi_1}{\partial x} + \varphi_2 \ldots, \qquad \frac{\partial \varphi_{n-1}}{\partial y} = \lambda_n \frac{\partial \varphi_{n-1}}{\partial x} + \theta(xy);$$

qu'on intègre de proche en proche en se donnant les valeurs initiales de $\varphi_{n-1}, \varphi_{n-2}, \ldots, \varphi_1 z_1$.

» Soit $f(z) = \theta(xy)$ une telle équation. On lui étend le lemme primitif sans grandes modifications.

» Une équation à caractéristiques réelles pourra toujours se mettre sous la forme

$$f(z) = \mathrm{U}(z),$$

$z$ ne contenant que des dérivées partielles jusqu'à l'ordre $n - 1$.

» On l'intègre par approximations successives, et l'application du lemme conduit à un système de comparaison qui, par un changement de variables, se ramène aux équations déjà considérées dans une précédente Note (*Comptes rendus*, 30 avril). Il en résulte immédiatement :

» *Dans une région où tous les* $\lambda$ *et les coefficients de* $u$ *sont analytiques, prenons un segment* S $(y = y_0)$; *il existe une région* $\varphi$ *entourant* S *et telle que toute intégrale déterminée par des conditions initiales analytiques sur tout* S *soit analytique dans tout* $\varphi$.

» On étend immédiatement la même propriété à un arc de courbe dont la tangente en aucun point n'est une caractéristique. Il en résulte, comme dans la Note déjà citée, le résultat suivant :

» *Dans la région où l'équation caractéristique a toutes ses racines réelles, les intégrales analytiques ne peuvent présenter que trois sortes de lignes singulières essentielles :*

» 1° *Les lignes singulières essentielles des coefficients ;*

» 2° *Les lignes le long desquelles deux racines distinctes de l'équation caractéristique viennent se confondre ;*

» 3° *Des caractéristiques.*

» La démonstration donnée fournit encore le résultat suivant :

» *Le contour du domaine dans lequel une intégrale est analytique ne*

*peut présenter de points anguleux tournant leur point vers l'intérieur, à moins qu'ils n'appartiennent aux lignes singulières fixes.*

» Appliquons aux équations

$$f(z) = u(z),$$

les $\lambda$ étant des constantes ayant $m$ valeurs distinctes et les coefficients de $u$ étant analytiques dans tout le plan. Désignons de telles équations par $\theta(z) = 0$.

» Nous obtiendrons immédiatement :

» *Le domaine dans lequel une intégrale quelconque de* $\theta(z) = 0$ *est analytique est l'aire d'un polygone convexe ayant au plus* $2m$ *côtés, qui sont parallèles aux* $2m$ *directions caractéristiques distinctes.*

» Soient A et B deux points quelconques, AB n'étant pas une caractéristique. Il y a un parallélogramme $p$ limité par des caractéristiques issues de A et B, qui est à l'intérieur de tous les polygones que nous venons de considérer et qui contiendraient A et B. En outre, tout arc analytique régulier allant de A en B et n'ayant aucune tangente caractéristique sera à l'intérieur de ce parallélogramme.

» *A tout groupe de deux points* A *et* B *est attaché un parallélogramme* $p$. *Quel que soit l'arc analytique régulier* $\Gamma$ *allant de* A *en* B *et n'ayant aucune tangente caractéristique, et quelles que soient les fonctions initiales analytiques sur tout* $\Gamma$, *l'intégrale correspondante de l'équation* $\theta(z) = 0$ *est analytique dans tout* $p$.

Et plus particulièrement :

» *Soit une droite* $\Delta$ *non caractéristique, toute intégrale de* $\theta(z)$ *définie par des conditions initiales analytiques tout le long de* $\Delta$ *est analytique dans tout le plan,*

car $p$ vient recouvrir entièrement le plan. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe de polynomes décomposables en facteurs linéaires.* Extrait d'une Lettre de M. **Moutard** à M. Appell.

« Soit $\Delta$ un symbole d'opération, linéaire par rapport aux dérivées partielles d'une fonction de $p$ variables, dans lequel le multiplicateur de chaque dérivée est une forme d'un degré égal à l'ordre de la dérivée. Le problème qui a pour objet de trouver une forme d'un degré donné, qui soumise à

l'opération $\Delta$ se reproduise à un facteur constant près, en d'autres termes qui vérifie l'équation $\Delta(u) - su = 0$ (où $s$ est une constante inconnue), est en *général* un problème déterminé. L'étude élémentaire du résultat de la substitution d'une forme de degré $m$, à coefficients indéterminés, dans $\Delta(u) - su$ conduit, en effet, à reconnaître que la solution du problème dépend d'une équation $F(s) = 0$, dont le degré par rapport à $s$ est nécessairement égal au nombre des termes d'une forme de degré $m$ à $p$ variables, et dont il est d'ailleurs facile d'assigner le degré par rapport aux divers coefficients de $\Delta$.

» A toute racine simple de l'équation $F(s) = 0$, et plus généralement à toute valeur de $s$, qui n'annulerait pas en même temps que $F(s)$ les dérivées premières de $F(s)$ par rapport à tous les coefficients de $\Delta(u) - su$ correspond *nécessairement* une forme unique, abstraction faite d'un facteur constant arbitraire.

» Ces remarques permettraient de former des équations de conditions auxquelles doivent satisfaire les coefficients de $\Delta$, pour que la proposition générale puisse tomber en défaut, mais elles ne sont pas indispensables pour ce qui va suivre.

» Considérons en particulier le symbole

$$\Theta = (a_1 x_1 + \ldots + a_p x_p)\left(x_1 \frac{\partial^2}{\partial x_1^2} + \ldots + x_p \frac{\partial^2}{\partial x_p^2} + h_1 \frac{\partial}{\partial x_1} + \ldots + h_p \frac{\partial}{\partial x_p}\right) + k\left(a_1 x_1 \frac{\partial}{\partial x_1} + \ldots + a_p x_p \frac{\partial}{\partial x_p}\right);$$

où les $a$, les $h$ et $k$ sont des constantes, et $x_1, \ldots, x_p$ les variables. Une épreuve directe permet de reconnaître que la forme particulière du symbole ne rentre pas en général dans les cas d'exception, et même que *l'équation* $F(s) = 0$ *correspondante est en général irréductible.*

» Cela posé, *le symbole* $\Theta$ *jouit de cette propriété singulière que les formes qui lui sont associées* $\left(\text{c'est-à-dire celles pour lesquelles } \frac{\Theta(u)}{u} \text{ est une constante}\right)$ *sont, en général, décomposables en facteurs linéaires.* Pour le démontrer, il suffirait, après ce qui précède, de montrer que l'on peut en général, malgré la surabondance des conditions, trouver des formes de degré $m$, *décomposables en facteurs linéaires,* associées au symbole $\Theta$ ; mais, pour éviter les obscurités qui pourraient résulter de ce que les équations d'exception ne sont pas données explicitement, on peut montrer en outre que le nombre des solutions du nouveau problème est le même, en général, que celui du problème primitif.

» Posons en général

$$u_i = \frac{a_1 x_1}{1 + a_1\lambda_i} + \ldots + \frac{a_p x_p}{1 + a_p\lambda_i};$$

et proposons-nous de rechercher $m$ valeurs $\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_m$ par la condition que si l'on pose $u = u_1, u_2, \ldots, u_m$, $\frac{\Theta(u)}{u}$ soit une constante $s$.

» La substitution directe dans $\frac{1}{u}\left(x_1 \frac{\partial^2 u}{\partial x_1^2} + \ldots + x_p \frac{\partial^2 u}{\partial x_p^2}\right)$ donne

$$2\sum_i \sum_j \left\{\left[\frac{a_1^2 x_1}{(1+a_1\lambda_i)(1+a_1\lambda_j)} + \ldots + \frac{a_p^2 x_p}{(1+a_p\lambda_i)(1+a_p\lambda_j)}\right] \frac{1}{a_i a_j}\right\} (j \neq i),$$

et en remarquant que

$$\frac{a_1^2 x_1}{(1+a_1\lambda_i)(1+a_1\lambda_j)} + \ldots = \frac{1}{\lambda_i - \lambda_j}(u_j - u_i),$$

ce résultat devient

$$2\sum_i \frac{1}{u_i} \sum_j \frac{1}{\lambda_i - \lambda_j} \qquad (j \neq i);$$

de même, en appelant $u_0$ le facteur $a_1 x_1 + \ldots$, on trouve

$$\frac{1}{u}\left(a_1 x_1 \frac{\partial u}{\partial x_1} + \ldots\right) = \sum_i \frac{1}{\lambda_i}\left(\frac{u_0}{u_i} - 1\right);$$

enfin

$$\frac{1}{u}\left(h_1 \frac{\partial u}{\partial x_1} + \ldots\right) = \sum \frac{1}{u}\left(\frac{a_1 h_1}{1 + a_1\lambda_i} + \ldots\right);$$

il vient donc finalement

$$\frac{\Theta(u)}{u} = u_0 \sum_i \frac{1}{u_i}\left(2\sum_j \frac{1}{\lambda_i - \lambda_j} + \frac{a_1 h_1}{1 + a_1\lambda_i} + \ldots + \frac{k}{\lambda_i}\right) - k\sum \frac{1}{\lambda}.$$

» Il suffira donc pour résoudre le problème de choisir $\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_m$ de manière à vérifier les $m$ équations

$$(i = 1.2\ldots m) \qquad 2\sum_j \frac{1}{\lambda_i - \lambda_j} + \frac{k}{\lambda_i} + \frac{a_1 h_1}{1 + a_1\lambda_i} + \ldots + \frac{a_p h_p}{1 + a_p\lambda_i} = 0,$$

et chaque système distinct de valeurs des $\lambda$ donnera une valeur correspondante pour $s = -k\sum_i \frac{1}{\lambda_i}$.

» L'étude directe des $m$ équations conduit, sans grande difficulté, à reconnaître que le nombre des solutions distinctes est égal en général à

$\frac{m+p-1!}{m!\,p-1!}$, c'est-à-dire au nombre des solutions du premier problème. On pourrait arriver au même résultat en remarquant que, si l'on pose

$$f(\lambda) = (\lambda - \lambda_1)(\lambda - \lambda_2)\ldots(\lambda - \lambda_m),$$
$$\mathrm{P}(\lambda) = \lambda(1 + a_1\lambda)\ldots(1 + a_p\lambda),$$
$$\frac{\mathrm{Q}(\lambda)}{\mathrm{P}(\lambda)} = \frac{k}{\lambda} + \frac{a_1 h_1}{1 + a_1\lambda} + \ldots + \frac{a_p h_p}{1 + a_p\lambda},$$

la résolution des équations revient à la recherche d'un polynome $f(\lambda)$ par la condition que $\frac{f''(\lambda)}{f'(\lambda)} \neq \frac{\mathrm{Q}(\lambda)}{\mathrm{P}(\lambda)}$ s'annule pour toutes les valeurs de $\lambda$ qui annulent $f(\lambda)$, en d'autres termes, que $\mathrm{P}f'' + \mathrm{Q}f'$ soit divisible par $f$.

» Si, dans ce qui précède, on remplace le symbole $\Theta$ par le symbole plus général

$$(a_0 + a_1 x_1 + \ldots)\left(x_1 \frac{c'^2}{c' x_1^2} + \ldots + h_1 \frac{c'}{c' x_1} + \ldots\right) + k\left(a_1 x_1 \frac{c'}{c' x_1} + \ldots\right),$$

où $a_0 \neq 0$, et qu'on remplace partout le mot *forme*, par l'expression *polynome entier et rationnel*, on arrive aux mêmes conclusions.

» Il suffit de remplacer dans notre analyse, $u_i$ par

$$a_0 + \frac{a_1 x_1}{1 + a_1 \lambda_i} + \ldots.$$

» Parmi les corollaires de la proposition relative au symbole $\Theta$, je crois intéressant de citer le suivant :

» *Les formes harmoniques qui admettent un diviseur quadratique sont* en général *décomposables en un produit de facteurs quadratiques et de facteurs linéaires homofocaux*. Les exceptions ne peuvent se produire que lorsque les invariants orthogonaux du diviseur quadratique en question satisfont à certaines conditions spéciales. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Recherches expérimentales sur le matériel de la batellerie*. Note de M. **J.-B. de Mas**, présentée par M. Sarrau.

« Dans deux Notes précédentes (*Comptes rendus*, 23 mai 1892 et 3 juillet 1893), nous avons donné un aperçu des expériences faites en 1890,

1891 et 1892 à l'amont du barrage de Port-à-l'Anglais, dans une partie de la Seine qui peut être assimilée à une eau indéfinie, avec des bateaux susceptibles de naviguer alternativement sur les rivières et les canaux. Nous en avons conclu qu'en donnant aux deux extrémités une forme de *cuiller*, on obtiendrait, sans dépasser la longueur de 38$^{m}$,50 à la ligne de flottaison, ni la largeur de 5$^{m}$ au maître couple, des bateaux *dont le coefficient de déplacement resterait compris entre* 0,95 *et* 0,90 *et dont la traction sur les rivières ne demanderait qu'un effort égal à* 0,25 *environ de celui qu'exigent les péniches*. L'objet de la présente Note est de rendre compte des expériences faites en 1893 sur le canal de Bourgogne pour reconnaître si la forme ci-dessus indiquée présente aussi des avantages en canal.

» La portion considérée du canal de Bourgogne a une section mouillée moyenne de 29$^{mq}$,53 correspondant aux dimensions moyennes ci-après : largeur au plan d'eau 18$^{m}$,70, largeur au plafond 8$^{m}$,30, mouillage 2$^{m}$,19.

» Les expériences ont porté sur neuf bateaux appartenant aux cinq types précédemment définis (*Comptes rendus*, 3 juillet 1893), savoir : une péniche, quatre flûtes, deux toues, un margotat et un bateau prussien. Tous ces bateaux étaient en bois et parfaitement comparables au point de vue de l'état de la surface.

» *Influence de la longueur*. — Sur le canal, comme en rivière, la *résistance totale* d'un même type est indépendante de la longueur, du moins dans les limites et dans les conditions où ont été faites nos expériences. Voici, par exemple, les résultats obtenus à l'enfoncement de 1$^{m}$,30, d'une part, avec deux toues; d'autre part, avec trois flûtes, ayant les unes et les autres même largeur (5$^{m}$,02), ne différant que par la longueur.

| Désignation des bateaux. | Longueur de la partie immergée des coques. | Résistances aux vitesses successives de 0$^{m}$,25. | 0$^{m}$,50. | 0$^{m}$,75. | 1$^{m}$,00. | 1$^{m}$,25. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | m | kg | kg | kg | kg | kg |
| Toue *Gambetta* .......... | 37,78 | 22 | 68 | 150 | 272 | 469 |
| Toue *Célestin* .......... | 29,85 | 22 | 68 | 150 | 272 | 469 |
| Flûte *Avant-garde* ....... | 37,70 | 22 | 70 | 156 | 284 | 491 |
| Flûte *Jeanne* ............ | 30,00 | 22 | 70 | 155 | 282 | 487 |
| Flûte *Petite-Jeanne* ....... | 24,50 | 21 | 66 | 146 | 263 | 451 |

» A la vérité, les résistances de la *Petite-Jeanne* sont un peu inférieures à celles de l'*Avant-garde* et de la *Jeanne*, mais cela peut très bien s'expliquer par ce fait que la première flûte avait l'arrière un peu plus effilé que les deux autres.

» *Influence des formes*. — Elle ressort très nettement du Tableau ci-dessus, où nous avons réuni les résultats obtenus avec un bateau de chaque type, à l'enfoncement commun de 1$^{m}$,30. Tous avaient sensiblement la même largeur; il résulte d'ailleurs de ce qui précède que leurs résistances n'auraient pas changé, s'ils avaient été ramenés à une longueur uniforme, celle de la péniche, par exemple (38$^{m}$,25).

| Désignation des bateaux. | Résistances aux vitesses successives de 0m,25. | 0m,50. | 0m,75. | 1m,00. | 1m,25. |
|---|---|---|---|---|---|
| | kg | kg | kg | kg | kg |
| Péniche | 33 | 114 | 256 | 469 | 807 |
| Flûte | 22 | 70 | 156 | 284 | 491 |
| Toue | 22 | 68 | 150 | 272 | 469 |
| Margotat | 17 | 53 | 112 | 197 | 335 |
| Bateau prussien | 17 | 54 | 119 | 215 | 370 |

» A ne considérer que les chiffres du Tableau, c'est le margotat qui devrait avoir la préférence, mais pour la navigation sur les canaux ce type présente un vice rédhibitoire. Si l'on veut qu'il puisse à la fois passer par les écluses de $38^m,50$ de longueur et prendre l'enfoncement légal de $1^m,80$, son déplacement, par conséquent son tonnage utile, se réduit dans une forte proportion.

» L'avantage reste donc au bateau prussien et nous sommes fondé à penser qu'en donnant aux extrémités des bateaux la forme de *cuiller*, on obtiendrait des résultats satisfaisants sur toutes les parties du réseau de nos voies navigables.

» Sur les canaux où la traction animale est encore généralement employée, l'adoption des formes de moindre résistance permettrait d'augmenter la vitesse sans accroître le travail des chevaux de halage. Sur le canal de Bourgogne, une *courbe* (une paire de chevaux), halant avec la vitesse de $0^m,75$ une flûte à l'enfoncement de $1^m,30$, produit un travail de $117^{kgm}$. En supposant que le travail des chevaux reste constant pour de faibles variations de la vitesse, la vitesse qu'on pourrait obtenir à l'enfoncement de $1^m,30$ avec une courbe serait :

| | | |
|---|---|---|
| Pour la péniche | 0,64 m | à la seconde |
| Pour la flûte | 0,75 | » |
| Pour la toue | 0,76 | » |
| Pour le bateau prussien | 0,83 | » |

*l'adoption des formes de moindre résistance permettrait donc de réaliser, par rapport à la péniche, une augmentation de vitesse d'environ* 30 *pour* 100.

» *Comparaison de la résistance en canal avec la résistance en rivière.* — Lorsque le bateau passe de la rivière en canal, la résistance augmente considérablement. Si l'on désigne par

$\Omega$ la section mouillée du canal;
$\omega$ la section immergée du bateau au maître couple;
R la résistance totale à la traction, en canal;

$r$ la résistance totale à la traction, en rivière;

$\frac{R}{r}$ est le rapport de ces deux résistances correspondant au rapport $\frac{\Omega}{\omega}$ des sections, ce qu'on peut appeler le *coefficient de résistance de la voie* considérée.

» Le Tableau ci-dessous donne le coefficient de résistance du canal de Bourgogne pour divers bateaux à différents enfoncements et aux deux vitesses de $0^m,50$ et $1^m,00$ par seconde :

| Enfoncements et désignation des bateaux. | Ω. | ω. | $\frac{\Omega}{\omega}$. | A la vitesse de $0^m,50$. R. | r. | $\frac{R}{r}$. | A la vitesse de $1^m$. R. | r. | $\frac{R}{r}$. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Enfoncement de $1^m,60$.* | mq | mq | | k | k | | k | k | |
| Péniche............ | 29,53 | 8,65 | 3,67 | 172 | 102 | 1,69 | 860 | 301 | 2,86 |
| Flûte.............. | 29,53 | 8,03 | 3,68 | 112 | 54 | 2,07 | 481 | 162 | 2,97 |
| Toue............... | 29,53 | 8,03 | 3,68 | 109 | 44 | 2,48 | 463 | 126 | 3,67 |
| *Enfoncement de $1^m,30$.* | | | | | | | | | |
| Flûte.............. | 29,53 | 6,53 | 4,52 | 70 | 44 | 1,59 | 284 | 143 | 1,99 |
| Bateau prussien...... | 29,53 | 6,38 | 4,62 | 54 | 22 | 2,45 | 215 | 80 | 2,69 |
| Margolat........... | 29,53 | 6,50 | 4,54 | 53 | 21 | 2,52 | 197 | 67 | 2,94 |
| *Enfoncement de $1^m,00$.* | | | | | | | | | |
| Flûte.............. | 29,53 | 5,02 | 5,88 | 48 | 39 | 1,23 | 191 | 129 | 1,48 |

» Ce Tableau met en évidence un fait intéressant :

» *Pour une même valeur du rapport $\frac{\Omega}{\omega}$, le coefficient de résistance de la voie est d'autant plus grand que la résistance en rivière était moindre. Le bénéfice des formes est moins important en canal qu'en rivière.* »

PHYSIQUE. — *Sur l'élasticité de torsion d'un fil oscillant.* Note de MM. **G. Berson** et **H. Bouasse**, présentée par M. Mascart.

« Les multiples recherches expérimentales effectuées jusqu'ici sur l'élasticité de torsion des fils ont eu pour but l'étude des lois de la torsion à l'état statique : l'une des extrémités du fil ou de la barre employée est maintenue fixe, l'autre est tordue par un couple connu qui agit progressivement de façon à produire la torsion avec une vitesse angulaire aussi petite que possible. Nous nous sommes proposé d'étudier le mouvement oscillatoire d'un fil de platine, recuit au rouge, lancé *brusquement* de sa position d'équilibre.

» Nous déterminons la forme cinétique de l'impulsion en photographiant à des instants connus une quinzaine de positions du fil pendant la durée d'action de la force de lancement (environ une seconde); nous photographions de même de dix à quinze autres positions du fil pendant une fraction de la seconde suivante.

» Nous prenons ensuite de 50 à 100 épreuves photographiques pendant les premières oscillations, à des moments équidistants déterminés. Ces temps, ainsi que les précédents, sont inscrits sur la bande de papier d'un chronographe électromagnétique. Nous enregistrons sur le même appareil chronographique les instants des passages au zéro initial.

» Enfin, nous lisons les positions extrêmes du fil pendant un grand nombre d'oscillations, ce qui nous donne les élongations par le rapport au zéro initial et les amplitudes.

» Le premier résultat général de nos expériences a été l'apparition évidente d'un déplacement permanent du zéro. Ce déplacement s'effectue dans le sens de l'impulsion initiale. Pour un fil de nature donnée, il croît :

» 1° Avec le diamètre du fil; le phénomène, très peu marqué pour des fils de $0^{cm},01$ de diamètre, acquiert une valeur qui a dépassé 35° pour un diamètre de $0^{cm},015$.

» 2° Avec l'accélération maxima pendant la durée de l'action impulsive, c'est-à-dire qu'à des élongations initiales égales correspondent des déplacements de zéro d'autant plus grands que la durée de l'impulsion est plus courte.

» L'expérience prouve d'autre part que, si un fil *recuit* a été lancé une première fois en subissant un certain déplacement du zéro, et si, après l'extinction des oscillations, on lui imprime une nouvelle impulsion égale à la première et dans le même sens, il se produit un nouveau déplacement du zéro dans le même sens, mais beaucoup plus petit que le premier; il en sera de même pour une troisième, une quatrième, ... impulsion, les déplacements du zéro diminuant graduellement et rapidement.

» Lorsque, après une première série d'oscillations, la nouvelle impulsion est de sens contraire à la première, il se produit un déplacement du zéro dans le sens de cette nouvelle impulsion, mais notablement plus faible que le premier, de sorte que le zéro, après cette deuxième série d'oscillations, est loin d'être revenu à sa position initiale.

» Cette déformation permanente du fil, se manifestant pour des torsions très petites par rapport à celle qui correspond à la limite d'élasticité statique, est corrélative d'une perte d'énergie considérable pendant

la première oscillation, l'énergie du fil tendant, en oscillant, vers une certaine valeur asymptotique. »

PHYSIQUE. — *Sur les radiations calorifiques comprises dans la partie lumineuse du spectre*. Note de M. **Aymonnet**.

« L'existence des maxima périodiques des spectres calorifiques fait supposer :

» 1° Que les corps transparents sont inégalement diathermanes pour les radiations comprises entre le rouge et le violet;

» 2° Que l'œil ne perçoit pas tous les rayonnements de la partie lumineuse du spectre.

» Dans cette Note, je vais exposer les expériences caractéristiques et faciles à répéter que j'ai exécutées pour résoudre la première question; et si l'Académie le permet, j'indiquerai dans une Note ultérieure les résultats expérimentaux relatifs à la seconde.

» Le système spectroscopique employé est matériellement hétérogène; il se compose : de deux grandes lentilles de crown $L_1$, $L_2$ de $15^{cm}$ de foyer ($L_1$ est à $15^{cm}$ de la source, $L_2$ à $15^{cm}$ de la fente du spectroscope); d'une lentille achromatique $L_3$ de $22^{cm}$ de foyer servant de collimateur; d'un prisme de flint, $A = 60°$, $n_D = 1,6264$, placé au minimum de déviation pour la raie D et ayant sa face opposée à l'angle de réfraction couverte de noir de fumée; d'une lentille achromatique $L_4$ de $33^{cm}$ de foyer, comme objectif; d'un oculaire $L_5$ pouvant avoir son réticule remplacé par la fente d'une pile linéaire, thermo-électrique.

» La pile est en relation avec un galvanomètre astatique de Thomson, dont les bobines, couplées convenablement, ont une résistance égale à celle de la pile. C'est grâce à l'obligeance de M. Pellat que j'ai pu disposer de ce galvanomètre construit par la maison Carpentier. Cet instrument était réglé à ses dernières limites de sensibilité, pour le milieu dans lequel j'opérais; ainsi vers la raie $A_1$ avec une fente de pile de $1^{mm}$ et une fente d'admission de $0^{mm},666$, j'obtenais avec la lampe Drummond une déviation de 71 divisions de la règle, et une déviation de 40 divisions avec la lampe Bourbouze portée vers 1200°.

» Une partie des radiations émises par la source est directement réfléchie par un miroir sur un thermo-multiplicateur témoin. Un écran mobile permet d'intercepter, en même temps, les rayonnements tombant sur les deux piles. Les images monochromatiques ont $1^{mm}$ de largeur.

» Quand la fente du spectroscope est suffisamment étroite, et la source le Soleil, on distingue une multitude de raies de A en H′, et en particulier les raies de Frauenhofer. Dans une première série d'expériences, j'ai mesuré, en différents points du spectre, les pouvoirs diathermanes de quatre auges de verre vides, à faces planes : α, β, γ, δ (le verre des faces est du verre à vitre sans bulles), de l'auge γ remplie de chloroforme et de l'auge δ pleine d'eau. Les épaisseurs *e* des deux lames de verre des auges et des couches liquides; les densités *d* des verres et des liquides sont :

| | α. | β. | γ. | δ. | Eau. | Chloroforme. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *e*.......... | $4^{mm},44$ | $4^{mm},67$ | | $6^{mm},11$ | $20^{mm}$ | $10^{mm}$ |
| *d*.......... | $2^{mm},581$ | $2^{mm},550$ | | $2^{mm},522$ | $0^{mm},998$ | $1^{mm},488$ |

» La source employée est la lampe Bourbouze portée vers 1200°. Les auges sont placées avant la fente spectroscopique. La pile a $1^{mm},5$ d'ouverture.

| Position en λ du milieu de la fente. | Intensité sans auge. | Diathermanéité. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | α. | β. | γ. | δ. | γ chloroforme. | δ eau. |
| 0,7750.... | 77,73 | 0,57 | 0,66 | 0,87 | 0,83 | 0,83 | 0,63 |
| 0,7305.... | 54,10 | 0,60 | | 0,71 | 0,82 | 0,69 | 0,62 |
| 0,6771.... | 25,90 | 0,67 | 0,74 | 0,84 | 0,82 | 0,74 | 0,67 |
| 0,6360.... | 17,41 | 0,65 | | 0,69 | 0,80 | 0,69 | 0,71 |
| 0,6000.... | 9,97 | 0,73 | 0,77 | 0,74 | 0,84 | 0,74 | 0,67 |
| 0,5710.... | 6,15 | 0,71 | | 0,81 | 0,88 | 0,71 | 0,67 |
| 0,5475.... | 4,50 | 0,66 | 0,82 | 0,81 | 0,87 | 0,70 | 0,55 |
| 0,5255.... | 3,19 | 0,69 | | 0,71 | 0,84 | 0,69 | 0,68 |
| 0,5065.... | 2,58 | 0,69 | 0,67 | 0,71 | 0,87 | 0,75 | 0,40 |
| 0,4875.... | 2,17 | 0,62 | | 0,77 | 0,90 | 0,71 | 0,41 |
| 0,4730.... | 1,85 | 0,51 | | 0,73 | 0,78 | 0,76 | 0,37 |
| 0,4620.... | 1,45 | 0,51 | | 0,69 | 0,81 | 0,80 | 0,33 |
| 0,4580.... | 1,34 | 0,55 | | 0,78 | 0,79 | 0,61 | 0,39 |
| 0,4370.... | 1,31 | 0,43 | 0,67 | 0,78 | 0,73 | 0,62 | 0,41 |

» Ce Tableau montre, entre autres, que les corps transparents le sont avec de notables différences. Un corps nous paraît transparent quand il se laisse traverser par des quantités suffisantes de radiations assez rapprochées en λ et distribuées dans toutes les couleurs du spectre.

» Après avoir constaté que les pouvoirs de transmission spécifiques d'un corps sont constants, lorsqu'on éloigne plus ou moins ce corps d'une source de température constante, j'ai fait les expériences suivantes :

» La pile linéaire est placée sur la raie C, λ = 0,6561, la lampe Bour-

bouze est portée à différentes températures, estimées à l'aide du galvanomètre témoin, puis déterminées en se servant de la courbe de M. Violle (1). Pour toutes ces températures le spectre paraît continu, même observé avec un spectroscope Thollon que je dois à l'obligeance de M. Pellat (2).

| Température. | Intensités sans auge en C. | Diathermanéité. | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Auge α vide. | Auge β vide. | Auge δ pleine d'eau. |
| | dan. | | | |
| 870°......... | 0,56 | 0,71 | 0,95 | 0,43 |
| 950°......... | 1,29 | 0,76 | 0,86 | 0,55 |
| 1000°......... | 3,53 | 0,61 | 0,79 | 0,69 |
| 1070°......... | 6,14 | 0,57 | 0,76 | 0,65 |
| 1100°......... | 8,15 | 0,60 | 0,70 | 0,64 |
| 1140°......... | 11,95 | 0,70 | 0,76 | 0,77 |
| 1190°......... | 20,55 | 0,64 | 0,77 | 0,74 |

» Ces résultats montrent, en particulier, que les radiations émises par une source et considérées dans une portion étroite du spectre, changent de nature avec la température de cette source, quoique le spectre lumineux paraisse toujours continu; ils indiquent également que la recherche des maxima périodiques dans un spectre n'est possible qu'autant que la source est suffisamment constante.

» D'après les deux Tableaux précédents, il est très probable que les corps solides incandescents émettent, et les corps transparents laissent passer, dans la partie lumineuse du spectre, des rayonnements discontinus en λ. Si cette discontinuité n'est pas visible, cela tient à ce que ces rayonnements très nombreux, fort rapprochés et presque équidistants, ont leurs images en partie superposées. N'a-t-on pas vu d'abord une seule raie D, puis 2, puis 3, puis 64; et, rien n'établit que chacune de ces 64 ne pourra être plus tard résolue en plusieurs autres.

» Comme dans un spectroscope, il est très difficile, sinon impossible de constater la présence de maxima ou de minima d'éclat si ces variations quoique considérables ont de grands rayons de courbure; on ne peut guère songer à rechercher optiquement les maxima périodiques (3). »

(1) VIOLLE, *Comptes rendus*, 1879, 1er semestre.

(2) Le spectroscope appartenant au collège Rollin permet de voir trois des raies D.

(3) Ces expériences ont été faites au laboratoire d'enseignement de la Sorbonne.

ACOUSTIQUE. — *Réception des sons.* Note de M. **Henri Gilbault**, présentée par M. Lippmann.

« Dans une Note que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie, le 7 mai, j'ai établi une équation donnant l'élongation d'un mouvement vibratoire par influence; si, dans cette équation, on suppose $t$ un peu grand, c'est-à-dire que le régime permanent soit établi, l'élongation est

$$(1)\qquad x = \lambda A \sqrt{\frac{1 + q^4 n^2}{(p^2 - mn^2)^2 + (q^2 + r^2)^2 n^2}} \sin[ut - (\varphi + \varepsilon)],$$

et l'amplitude de la résonance :

$$(2)\qquad a = \lambda A \sqrt{\frac{1 + q^4 n^2}{(p^2 - mn^2)^2 + (q^2 + r^2)^2 n^2}}.$$

» Ces équations conduisent à un certain nombre de conséquences :

» 1° *L'amplitude a de la vibration par influence est proportionnelle à l'amplitude* A *de la source.* — Quoiqu'on puisse, comme je l'ai dit [1], considérer cet énoncé comme une conséquence de la décroissance logarithmique des amplitudes d'une source abandonnée à elle-même, j'ai tenu à le vérifier directement. Des expériences, faites en employant comme corps soumis à l'influence des diapasons et des membranes observés au microscope micrométrique et comme source un diapason, ont vérifié parfaitement cette loi.

» 2° *La résonance varie avec m.* — Si l'on suppose $m$ variable et toutes les autres quantités constantes, l'équation (2) passe par un maximum pour

$$p^2 - mn^2 = 0,$$

ou

$$n = \frac{1}{m}\sqrt{p^2 m},$$

alors que la hauteur propre du corps est

$$n' = \frac{1}{m}\sqrt{p^2 m - \frac{4}{q^2 + r^2}};$$

la source a donc, dans le cas où la résonance est maxima, un son plus aigu que le son propre du corps influencé, elle a le son qu'avait ce corps

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 1037; 1894.

s'il était dénué de frottement intérieur et s'il était placé dans le vide; pour toute autre valeur de $m$, la résonance est plus faible. Pour faire des expériences constituant une vérification, je prenais deux diapasons : l'un en acier, qui était un microscope vibrant, servait de source, l'autre en bronze portant des masses mobiles; je les plaçais d'abord en regard, ayant leurs branches parallèles et je mesurais l'amplitude $a$ du diapason de bronze; puis, leurs branches étant perpendiculaires, j'examinais avec le microscope vibrant de la poudre d'antimoine fixée au diapason de bronze, de façon à former la figure de Lissajous correspondante, dont je mesurais le temps de déplacement, ce qui permettait de calculer la différence de hauteur $h$ entre les deux corps.

» Je faisais ainsi toute une série d'expériences en déplaçant les masses mobiles, ce qui me donnait des valeurs de $a$ et $h$, avec lesquelles j'ai pu tracer une courbe qui est bien représentée par l'équation empirique

$$a = \frac{c}{b + dh + h^2},$$

avec

$$c = 0{,}0000593,$$
$$b = 0{,}00073,$$
$$d = 0{,}0351,$$

dont le maximum ne correspond pas à une valeur de $h = 0$, mais $h = 0{,}0175$.

» 3° *La résonance varie avec p.* — En effet, si l'on suppose $p$ variable, l'équation (2) passe par un minimum pour $p = 0$, et l'amplitude est

$$a = \lambda A \sqrt{\frac{q^4}{mn^2 + (q^2 + r^2)}},$$

c'est-à-dire qu'elle est indépendante de $n$, le corps influencé vibre comme une tranche d'air, à l'unisson et proportionnellement à toute source. Je me suis approché de ce cas théorique, en prenant une membrane très petite et pas tendue; elle était placée au-dessus d'une source constituée par une membrane portant une lame de fer, qui était attirée périodiquement par un électro-aimant placé en regard et parcouru par des courants interrompus par des diapasons dont la hauteur était différente; la source a toujours même surface, et j'ai pu constater qu'il y a sensiblement proportionnalité entre A et $a$ lorsque la hauteur du diapason interrupteur varie entre $sol_0$ et $ut_2$.

» En supposant toujours $p$ variable, l'équation (2) passe par un maximum pour $p^2 - mn^2 = 0$ et

$$a = hA\frac{q^2}{q^2 + r^2},$$

c'est-à-dire qu'il y a encore proportionnalité entre $a$ et A quelle que soit la hauteur de la source, mais à condition que

$$n = \frac{1}{m}\sqrt{p^2 m},$$

c'est-à-dire que le corps influencé soit maintenu à l'unisson de la source, ce qui explique ([1]) que j'ai pu prendre une membrane à tension variable comme phonomètre. J'ai pu également vérifier cette conception.

» 4° *La résonance varie avec q.* — Plaçons-nous, par exemple, dans le cas du maximum de résonance

$$a = hA\frac{q^2}{q^2 + r^2};$$

puis changeons la nature de la surface du corps influencé, ainsi que sa masse, par exemple, jusqu'à obtenir à nouveau le maximum de résonance, on a

$$a_1 = hA\frac{q_1^2}{q_1^2 + r^2};$$

or si $q_1 > q$, $a_1 > a$.

» Dans le cas où le corps influencé est dans de grandes limites à l'unisson de la source, il y a variation de la résonance par simple variation de la surface, il y a donc un *pouvoir absorbant* sonore, ce que j'ai pu vérifier.

» 5° *Il y a une différence de phase entre la source et le corps influencé.* — Si nous nous plaçons dans le cas du maximum de résonance

$$p^2 - mn^2 = 0,$$
$$\text{tang}\,\varepsilon = \infty \qquad \varepsilon = \frac{\pi}{2},$$

comme $q > 1$ et que $n$ est très grand, tang $\varphi$ est très grand et $\frac{\varepsilon + \varphi}{2\pi}$ est très voisin de 1. Il n'y a donc pas sensiblement de différence de phase entre ces deux corps. Si $m$ ou $p$ varient, $tq\,\varepsilon < \infty$, il s'établit une différence de phase qui tend vers la valeur $\frac{1}{4}$ lorsque l'intensité de la résonance tend vers 0, et cela se conçoit puisque, dans ce cas, pendant la moitié du

([1]) *Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 1244; 1894.

temps, les deux mouvements sont de même sens et pendant l'autre moitié de sens inverse.

» J'ai entrepris cette étude expérimentale en faisant vibrer par influence un diapason de bronze placé en regard d'un diapason d'acier entretenu électriquement; dans le circuit de cette source se trouvait un électro-aimant actionnant, sans différence de phase, un microscope vibrant avec lequel j'examinais le diapason de bronze de façon à former les figures de Lissajous. »

ACOUSTIQUE MUSICALE. — *Sur les gammes enharmoniques.* Note de M. A. DE BERTHA, présentée par M. Sarrau.

« Le numéro du 18 juin 1894 des *Comptes rendus* contient une Note de M. Edmond de Polignac, dans laquelle il revendique son droit de priorité aux *gammes enharmoniques* que j'ai présentées à l'Académie le 21 mai 1894.

» J'ai déjà reconnu à cette occasion qu'une de ces gammes avait été employée en 1888 par M. de Polignac; je reconnais également que dans une Note d'une douzaine de lignes annexée à son morceau il a donné la définition des trois gammes qui constituent ce que j'appelle les *premières homotones*.

» Mais les combinaisons arithmétiques, qui servent de base aux gammes enharmoniques, m'ont conduit non seulement aux trois trouvées, ce que j'ignorais, par M. de Polignac, mais à trois autres gammes conjuguées d'égale importance et qui constituent ce que j'appelle les *homotones secondes*.

» De leur ensemble résulte tout un système dont j'ai étudié et exposé tous les détails au point de vue de l'Acoustique, des théories musicales et de l'enseignement de la musique dans mon « Essai d'un système de gammes nou-» velles » publié dans le numéro du 1er janvier 1894 de la *Nouvelle Revue* et présenté à l'Académie, avec des additions musicales, dans la séance du 21 mai 1894; c'est ce système dont on doit m'accorder l'entière propriété. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur une application des rayons cathodiques à l'étude des champs magnétiques variables.* Note de M. **Albert Hess**, présentée par M. A. Cornu.

« Les propriétés des rayons cathodiques ont été récemment l'objet d'une étude très étendue de M. P. Lenard (¹) qui vient compléter les travaux publiés sur ce sujet par Hittorf, Crooks, Goldstein, Hertz, Ebert et Wiedemann, et d'autres physiciens. Au point de vue qui m'occupe, c'est-à-dire de l'utilisation de quelques-unes des propriétés de ces rayons pour l'étude des champs magnétiques, je ne retiendrai que les résultats suivants de ces travaux :

» 1° Les rayons cathodiques peuvent traverser des lames métalliques minces;

» 2° Ces rayons, quoique ne pouvant être *produits* que dans des milieux très raréfiés, se *propagent* dans tous les gaz à toutes les pressions; mais le faisceau est d'autant moins diffus que la pression du gaz est plus faible;

» 3° L'aimant fait dévier les rayons cathodiques; la déviation, variable avec l'intensité du champ, n'est pas due à une action directe de l'aimant sur les rayons eux-mêmes, mais à la déformation magnétique du milieu, qui, dans ce cas n'est autre que l'éther;

» 4° A conditions de production égales des rayons et pour la même intensité de champ, la déviation du faisceau est la même dans tous les gaz et à toutes les pressions;

» 5° Les rayons cathodiques agissent sur la pellicule photographique.

» On peut utiliser ces propriétés pour l'étude des champs variables en se servant d'un dispositif expérimental dont je n'indiquerai que les grandes lignes, les détails de l'appareil étant aisés à combiner d'après les indications circonstanciées données par M. Lenard dans son travail mentionné plus haut.

» Les rayons cathodiques sont produits dans un tube Geissler, dont l'extrémité opposée à la cathode est fermée hermétiquement par une plaque métallique présentant une fente diamétrale de $1^{mm}$ à $2^{mm}$ de largeur. Cette fente est obturée par une feuille métallique très mince (²). On

---

(¹) *Wiedemann's Annalen*, t. LI, p. 225; t. LII, p. 23, 1894.

(²) Feuille d'aluminium de $0^{mm},002$ à $0^{mm},003$ d'épaisseur, fournie par les batteurs de feuilles.

dispose le champ magnétique à étudier de manière que la déviation du faisceau ait lieu dans le sens de la longueur de la fente.

» Les rayons traversent cette feuille mince et sortent du tube de Geissler; ils sont reçus dans une caisse métallique complètement close, et dont la paroi rapprochée de la fente est constituée par une feuille métallique très mince, de l'ordre de l'épaisseur de la feuille qui recouvre la fente. Cette caisse contient une pellicule photographique à laquelle un dispositif quelconque communique un déplacement dans le sens normal à l'axe du faisceau pénétrant dans la caisse et au sens de la déviation. La position de ce dernier se trouve ainsi photographiée à chaque instant, et l'on obtient une courbe des variations de l'intensité du champ magnétique.

» La caisse métallique peut contenir de l'air; il convient, dans ce cas, pour obtenir une trace nette du faisceau, d'abaisser la pression, à l'intérieur de la caisse, à quelques millimètres de mercure. Si la caisse est remplie d'hydrogène, la pression peut être de quelques dizaines de millimètres. La valeur de cette pression n'influe d'ailleurs pas sur la grandeur de la déviation que subit l'axe du faisceau, elle n'affecte que le degré de netteté de ce dernier.

» Étant donné que les déviations des rayons sont dues aux modifications dans l'état de tension de l'éther sous l'influence du champ magnétique, que ces déformations se propagent avec une vitesse très grande, et connaissant, d'autre part, le mode de variation de la déviation en fonction de l'intensité du champ, on possède dans les rayons cathodiques un index sans inertie, capable d'enregistrer, avec une vitesse limitée seulement par la sensibilité de la pellicule photographique, les variations les plus rapides des intensités de champs magnétiques et, indirectement, des intensités de courants électriques. »

ÉLECTRICITÉ. — *Détermination de la forme des courants périodiques en fonction du temps au moyen de la méthode d'inscription électrochimique* [1]. Note de M. **P. Janet**, présentée par M. Mascart.

« Il est possible d'appliquer la méthode d'inscription électrochimique des courants alternatifs, que j'ai eu l'honneur de présenter récemment à l'Académie [2], à la détermination de la forme de ces courants en fonc-

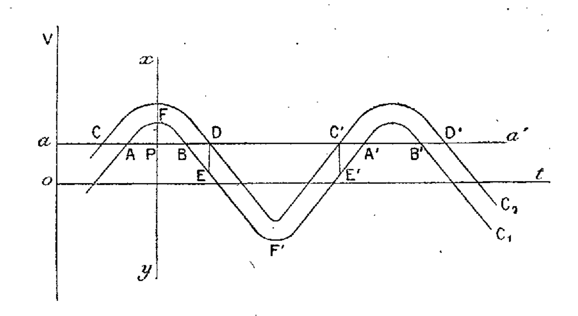
(1) Laboratoire d'Électricité industrielle de la Faculté des Sciences de Grenoble.
(2) *Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 862.

tion du temps. Voici quel est le principe de cette nouvelle application.

» Soient M et N deux points pris sur un circuit alternatif et séparés par une résistance non inductive, une lampe à incandescence par exemple. Supposons, pour fixer les idées, que le point M soit maintenu au potentiel o; alors le potentiel V du point N pourra être représenté par

$$V = f(t),$$

$f(t)$ étant une fonction périodique du temps que je ne supposerai pas sinusoïdale : cette fonction est d'ailleurs proportionnelle à l'intensité du courant que l'on veut étudier. Mettons le point M en communication avec le cylindre enregistreur, le point N en communication avec un premier style $S_1$. La fonction $f(t)$ représente à chaque instant l'excès de potentiel de ce style $S_1$ sur le cylindre, le circuit dérivé $MS_1N$ étant, comme dans le cas des voltmètres, très résistant. Traçons la courbe $C_1$ représentative de la fonction $f(t)$ (*fig.* 1). Le style $S_1$ commencera à marquer sur le cylindre




une trace de bleu de Prusse chaque fois que l'excès de potentiel de ce style sur le cylindre atteindra une valeur bien déterminée $a$ que nous n'avons pas besoin de connaître. Traçons donc la droite $aa'$ parallèle à $Ot$ à une distance $a$. Il est facile de voir que si le cylindre tourne d'une vitesse uniforme et si la figure est faite à une échelle convenable, *les segments de droite* AB, A'B', ..., *représentent en grandeur et en position les traces bleues que l'on observe sur le papier déroulé*.

» Cela posé, mettons le même point N en communication avec le pôle négatif d'une pile ([1]) de force électromotrice connue $e$ et de résistance intérieure négligeable. Le pôle positif de cette pile communique avec un second style $S_2$ disposé à côté du style $S_1$ et au même niveau que lui (les

([1]) Dans la pratique, on emploie une batterie d'accumulateurs.

pointes des styles $S_1$ et $S_2$ étant toujours sur une même génératrice du cylindre enregistreur). L'excès de potentiel du style $S_2$ sur le cylindre est évidemment $V' = f(t) + e$, de sorte que cet excès est représenté par la courbe $C_2$, qui se déduit de la courbe $C_1$ en augmentant les ordonnées d'une quantité constante $e$. Ici encore, les traces bleues commenceront à s'inscrire sur le cylindre dès que cet excès de potentiel dépassera la même valeur $a$ que tout à l'heure : elles seront donc représentées par les segments de droite CD, C'D', etc.

» Sur les graphiques ainsi obtenus, nous pouvons maintenant mesurer à la machine à diviser la longueur BD, distance des extrémités des deux traits bleus sur les deux traces parallèles ; d'autre part, nous connaissons DE qui est égal à la force électromotrice $e$ introduite; nous connaissons donc l'abscisse et l'ordonnée du point E en prenant comme origine le point B et comme axe des temps la droite $aa'$. De même, le point C' nous fournissait le point E'. En faisant varier $e$, on construira ainsi par points l'arc BF'E'; et en renversant les pôles de la pile, on se procurera tous les points de l'arc BFA. On aura ainsi construit une période entière de la courbe $C_1$.

» Nous avons supposé, dans ce qui précède, la vitesse du cylindre uniforme; mais cette restriction est facile à lever, ce qui nous permettra de faire tourner le cylindre simplement à la main ; il suffit, en effet, de ramener toutes les mesures à ce qu'elles seraient si la vitesse était constante. Pour cela, remarquons que les segments tels que AB sont proportionnels à la vitesse du cylindre; il suffira alors, pour corriger les variations de vitesse, de considérer partout, au lieu de la valeur absolue BD, le quotient $\frac{BD}{AB}$.

» Les mesures se simplifient notablement si l'on suppose *a priori* que la courbe est symétrique par rapport à un axe vertical tel que XY. On mesure alors directement sur le graphique fourni par le style 2 l'abscisse PD du point D dont l'ordonnée connue est DE. Cette mesure suffit si la vitesse du cylindre est constante ; si elle est variable, on prend à l'aide du style 1 un graphique de comparaison qui sert, comme précédemment, à ramener toutes les mesures à la même vitesse. Même en l'absence d'un axe de symétrie, ces courbes représentent, comme il est facile de le voir, un courant fictif ayant même intensité moyenne (mais non efficace) que le courant étudié.

» Si nous comparons la méthode que nous venons d'exposer à la mé-

thode classique de M. Joubert (¹), nous trouvons que la différence consiste essentiellement en ce que, dans la méthode de M. Joubert, on se donne le temps et on mesure le potentiel, tandis que, dans la méthode actuelle, on se donne le potentiel et on mesure le temps; les avantages de cette manière de procéder sont, en premier lieu, la très grande simplicité des appareils et des mesures, en second lieu la possibilité de n'avoir à sa disposition ni l'alternateur qui fournit le courant, ni un moteur synchrone.

» Enfin, comme j'espère pouvoir le montrer prochainement, la méthode s'applique, avec quelques modifications de détail, à l'inscription autographique directe de la forme des courants périodiques. »

ÉLECTRICITÉ. — *Transformateur de courant monophasé en courants triphasés.* Note de M. **Désiré Korda**, présentée par M. Lippmann.

« Cet appareil a pour but la production d'un champ magnétique tournant d'intensité constante tout en n'utilisant qu'un courant monophasé. Il est destiné à rendre possible le démarrage, en pleine charge, des moteurs asynchrones à courants alternatifs simples, ainsi qu'à permettre le branchement de moteurs à courants triphasés sur un réseau existant à courant monophasé et à servir en même temps de transformateur de tension.

» Il se compose, en principe, d'un transformateur à trois noyaux et d'une bobine de self-induction à noyau mobile.

» Le principe de son fonctionnement est le suivant :

» Le circuit du courant sinusoïdal monophasé : $i = I_0 \sin \omega t$ étant bifurqué de façon que les deux branches I et II aient la même résistance ohmique R, on place dans la branche II une bobine de self-induction L, telle qu'on ait

$$(1) \qquad \frac{L\omega}{R} = \sqrt{3} = \text{tang} 60^\circ,$$

en posant $\omega = \frac{2\pi}{T}$ (T étant la durée d'une période).

» Si nous représentons le courant de la branche I,

$$i_1 = \frac{E}{R} \sin \omega t$$

(¹) *Annales de l'École Normale*, 2ᵉ série, t. X.

(E étant la force électromotrice maxima), en valeur maxima par le diamètre AB d'un cercle, le courant de la branche II sera représenté, également en valeur maxima, par la corde AC, faisant 60° avec AB. En effet, on a

$$i_2 = \frac{E}{\sqrt{R^2+\omega^2 L^2}} \sin(\omega t - \alpha) = \frac{E}{2R} \sin(\omega t - 60^\circ),$$

c'est-à-dire le courant $i_2$ sera la moitié du courant $i_1$ tant que la condition (1) sera satisfaite.

» Par conséquent, en enroulant la branche II $n$-fois autour du premier noyau du transformateur et la branche I $\frac{n}{2}$-fois autour du deuxième noyau, mais en ayant soin de faire ces deux enroulements en sens contraire l'un par rapport à l'autre, on obtiendra dans ces deux noyaux des flux sinusoïdaux d'intensités égales, mais ayant une différence de phases de 240°.

» L'un sera de la forme

$$\Phi_1 = \Phi_0 \sin \omega t$$

et l'autre

$$\Phi_2 = -\Phi_0 \sin(\omega t - 60^\circ) = \Phi_0 \sin(\omega t - 240^\circ).$$

La somme des spires de ces deux noyaux enroulées en sens contraire sur le troisième noyau du transformateur nous fournira un troisième flux de la forme suivante :

$$\begin{aligned}\Phi_3 = -(\Phi_1 + \Phi_2) &= \Phi_0[-\sin\omega t + \sin(\omega t - 60^\circ)]\\ &= \Phi_0 \sin(\omega t - 120^\circ).\end{aligned}$$

» Nous disposons ainsi d'un artifice qui nous permet de produire trois flux triphasés induisant des courants triphasés dans les trois enroulements secondaires de notre transformateur. Par conséquent, en réunissant les trois bouts commençants de ces bobines secondaires, on obtient un point zéro O, tant que la condition (1) est remplie et l'on peut relier dans ce cas le point O par un conducteur, soit à la terre, soit au deuxième point de réunion O' des fils secondaires sans observer aucun courant dans ce conducteur.

» Seulement, dès que la charge du transformateur varie, la différence de phase, exprimée par le membre gauche de (1) variera également. En effet, en posant

$$\rho = R + \frac{M^2\omega^2}{r^2 + l^2\omega^2} r,$$

$$\lambda = \Lambda - \frac{M^2\omega^2}{r^2 + l^2\omega^2} l$$

et

$$\lambda' = L + \lambda,$$

où M est le coefficient d'induction mutuelle, A le coefficient de self-induction des spires primaires et $l$ celui de l'enroulement secondaire dont $r$ est la résistance ohmique, nous aurons pour l'angle de phase de la branche avec bobine de self-induction L

$$\tang \varphi' = \frac{\lambda' \omega}{\rho}$$

et pour l'autre branche

$$\tang \varphi = \frac{\lambda \omega}{\rho}.$$

Pour rétablir la différence de phase $\varphi' - \varphi = 60°$, il faut, par conséquent, déplacer le noyau de la bobine de self-induction de façon qu'on ait

$$\tang(\varphi' - \varphi) = \sqrt{3},$$

ce qui détermine la nouvelle valeur de L, c'est-à-dire jusqu'à ce que la tension au point O s'annule de nouveau.

» Le déplacement du noyau peut s'effectuer par un régulateur automatique qui ne vient au repos qu'autant que les trois courants secondaires sont parfaitement symétriques et que, par suite, il n'y a pas de courant dans le fil OO'. »

CHIMIE. — *Recherches sur l'action qu'exercent les molybdates acides de soude et d'ammoniaque sur le pouvoir rotatoire de la rhamnose (isodulate).* Note de M. **D. Gernez**, présentée par M. Duclaux.

« Dans des Communications antérieures ([1]), j'ai établi que les molybdates acides de soude et d'ammoniaque exercent sur les solutions aqueuses des composés polyalcooliques, mannite, sorbite et perséite, des actions dont on peut suivre les progrès par la variation qui se produit dans le pouvoir rotatoire de ces substances, lorsqu'on y ajoute des quantités graduellement croissantes de ces sels.

» Le pouvoir rotatoire de ces sucres prend, lorsqu'on fait intervenir l'action des molybdates, des valeurs relativement considérables. Ainsi les

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXII, p. 1360; t. CXIII, p. 1031, et t. CXIV, p. 480.

quantités de ces trois corps qui produisent des rotations de 1,16 et 11 minutes donnent, après addition d'une même quantité de molybdate acide de soude et toutes choses égales d'ailleurs des solutions dont les rotations sont 165, 323 et 431 minutes, c'est-à-dire 160, 20 et 40 fois les rotations initiales. Or, plusieurs des corps précédents ayant été longtemps considérés comme inactifs, il était naturel d'essayer l'effet des molybdates alcalins sur les sucres qui leur sont analogues et que les déterminations directes indiquent comme n'ayant pas d'action sur la lumière polarisée : la dulcite, par exemple.

» Des solutions concentrées de cette substance, additionnées de molybdates acides de soude et d'ammoniaque, en quantités graduellement croissantes et suffisantes pour saturer les solutions aqueuses à froid ou à chaud, n'ont produit sur la lumière polarisée aucun effet appréciable. On peut conclure de là, ou bien que la dulcite agit sur les molybdates acides autrement que ses isomères, la mannite et la sorbite, ou bien, ce qui est plus probable, qu'elle ne doit pas être considérée comme un corps actif à pouvoir rotatoire trop faible pour être évalué. Ce fait vient alors à l'appui de ceux qui ont permis de fixer la formule de constitution de la dulcite.

» Les sucres à fonction aldéhydique n'éprouvent, de la part des molybdates alcalins acides que des effets d'une intensité généralement très faible ; il en est un toutefois dont l'action sur la lumière polarisée peut être doublée par l'addition de quantités convenables de ces sels : c'est l'isodulcite ou rhamnose que ses propriétés chimiques conduisent à regarder comme une méthylpentose. Elle présente, au point de vue du pouvoir rotatoire, des particularités signalées ou étudiées par MM. Rayman, Kruis, Schnelle, Jacobi et qui expliquent la diversité des nombres qui ont été donnés comme représentant cette constante.

» La matière dont j'ai fait usage était formée de beaux cristaux limpides provenant de la xanthorhamnine. Son pouvoir rotatoire, mesuré 90 secondes après la dissolution dans l'eau, était $[\alpha]_D^{18} = -6°,05$, et, quelques heures après, la valeur correspondant à l'équilibre était $[\alpha]_D^{18} = +9°,75$, un peu supérieure à celle de 9°,4 qu'ont observée MM. Rayman et Kruis.

» Les solutions sur lesquelles ont porté les expériences contenaient $0^{gr},7583$ de rhamnose avec des quantités de sel augmentant graduellement par fractions du poids moléculaire égales à $\frac{1}{24}$, et l'eau distillée nécessaire pour que le volume total fût de $12^{cc}$ à 18°, température à laquelle toutes les mesures ont été faites à la lumière du sodium dans un tube de $200^{mm}$ de longueur et sur des solutions arrivées à l'état d'équilibre stable.

» Le Tableau suivant résume les expériences :

| Quantités de sel pour $\frac{1}{24}$ du poids moléculaire $m$. | Molybdate acide de soude. | | Molybdate acide d'ammoniaque. | |
|---|---|---|---|---|
| | Rotations. | Variations pour $\frac{1}{24}$ de $m$. | Rotations. | Variations pour $\frac{1}{24}$ de $m$. |
| 0,5 | 1°.32′ | 38′ | 1°.31′ | 36′ |
| 1 | 1.49 | 34 | 1.45 | 28 |
| 2 | 2.11 | 22 | 2.03 | 18 |
| 3 | 2.28 | 17 | 2.13 | 10 |
| 4 | 2.38 | 10 | 2.20 | 7 |
| 5 | 2.45 | 7 | 2.25 | 5 |
| 6 | 2.51 | 6 | 2.29 | 4 |
| 6,75 | 2.54 | 4 | 2.31 | 2,7 |
| 7 | 2.54 | 0 | 2.31 | 0 |
| 12 | 2.54 | 0 | 2.31 | 0 |
| 18 | 2.54 | 0 | 2.30 | —1 |

» L'examen de ces nombres conduit à quelques remarques : 1° De faibles additions de molybdates déterminent un accroissement relativement grand de la rotation; il suffit de $\frac{1}{12}$ du poids moléculaire pour amener la rotation de 1° 14′ à 2° 11′; mais des poids de sel égaux produisent ensuite des effets de moins en moins prononcés.

» 2° L'addition de $\frac{6,75}{24}$ du poids moléculaire donne lieu à un effet maximum qui correspond aux pouvoirs rotatoires $[\alpha]_D^{18} = 22°,95$ avec le molybdate acide de soude et 19°,91 avec le molybdate acide d'ammoniaque.

» 3° De plus grandes quantités de sels ne produisent aucun changement appréciable.

» 4° L'effet maximum se trouve ici réalisé pour des poids relatifs de molybdates égaux à ceux qui donnent lieu aux mêmes effets dans les cas de la mannite, de la sorbite et de la perséite. »

CHIMIE. — *Sur le changement de signe du pouvoir rotatoire*. Note de M. **Albert Colson**, présentée par M. Henri Moissan.

« J'ai établi (*Comptes rendus*, t. CXVI, p. 319) que le pouvoir rotatoire de certains corps organiques varie avec la température à tel point que, pour un refroidissement de 30°, la variation est une fraction considérable du pouvoir rotatoire lui même ; de sorte qu'un changement de signe devient

possible pour une forte variation de température, comme je l'ai constaté sur l'oxyde d'isobutylamyle.

» Ces conclusions, qui ont d'abord été contestées ([1]), viennent d'être confirmées par M. Le Bel ([2]). A la suite de la récente découverte de M. Ramsay sur la condensation par le froid des molécules liquides, M. Le Bel s'est demandé s'il existe des relations entre les variations du pouvoir rotatoire et ce genre de condensation.

» Il a préparé avec le plus grand soin un échantillon d'oxyde d'isobutylamyle et l'a soumis à l'examen de M. Ramsay. Ce savant a constaté que la molécule de cet éther reste simple et ne subit aucune déformation par le froid.

» Il semble donc acquis que les variations de pouvoir rotatoire que j'ai signalées résultent d'une propriété physique de la matière, ainsi que je l'avais affirmé. Un changement de signe du pouvoir rotatoire n'est pas plus surprenant que le maximum de densité de l'eau ou la dilatation anormale du gaz cyanhydrique constatée par M. Arm. Gautier ([3]).

» M. Le Bel convient aujourd'hui que ces changements du pouvoir rotatoire ne confirment pas les théories de M. Guye, et il explique ces changements par des liaisons atomiques qu'il suppose de moins en moins mobiles au fur et à mesure que la température s'abaisse : aux températures élevées les liaisons deviennent mobiles et alors le pouvoir rotatoire tend à devenir constant.

» Au point de vue théorique on ne connaît pas de relation entre le pouvoir rotatoire et le mouvement des atomes. Je me suis demandé si parfois ces variations du pouvoir rotatoire ne pouvaient être rapportées à d'autres causes physiques mieux connues que les mouvements internes des molécules.

» Prenons un échantillon d'acétate d'amyle actif, bouillant à 139°, après rectification sur de l'anhydride acétique pour enlever les traces d'eau. Faisons deux parts de ce produit : l'une reste intacte, l'autre est additionnée de 1 pour 100 d'anhydride acétique. En observant séparément ces deux portions au polarimètre on trouve les résultats suivants pour une longueur de $0^{m},20$ à des températures comprises entre $-4°$ et $100°$ :

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 725.
([2]) *Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 916.
([3]) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série t. XVII, p. 119.

| | Températures. | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | —4°. | +16°. | 60°. | 78°. | 100°. |
| Déviations du corps pur... | 0°53′ | 1°2′ | 1°20′ | 1°24′ | 1°20′ |
| Déviations du mélange..... | 1°6′ | 1°4′ | » | 1°8′ | » |

» L'acétate d'amyle exempt d'anhydride me paraît présenter tous les caractères de la *congélation interne* admise par M. Le Bel : constance de la déviation à haute température et abaissement progressif et marqué de la déviation par l'action du froid (¹). Et cependant une petite quantité d'anhydride acétique vient détruire les effets de la température et donner au pouvoir rotatoire une valeur constante différente de celle que l'on constate vers 100°, ainsi que le montre l'inspection du Tableau précédent. La congélation interne serait donc ici détruite par une faible quantité d'anhydride acétique : on ne voit pas pourquoi. Au contraire, connaissant la facile décomposition des éthers acétiques et les phénomènes d'équilibre constatés sur ces corps par MM. Berthelot et Péan de Saint-Gille, il semble probable que l'éthérification, plus facile à 100° qu'à 0°, est toujours limitée (soit que l'éther contienne une trace d'eau, ou mieux une trace d'acide et d'alcool non combinés) et qu'entre les trois corps, acide, alcool, eau, il existe pour chaque température un équilibre déterminé, accusé par une valeur correspondante du pouvoir rotatoire. On comprend alors qu'un excès d'anhydride acétique, absorbant l'eau, donne de la stabilité à la molécule en provoquant un équilibre stable.

» A l'appui de cette opinion, considérons un éther acétique qui soit en même temps un anhydride avide d'eau. Il est évident que dans ce cas l'addition de 1 pour 100 d'anhydride acétique aura peu d'influence sur l'équilibre et par suite sur le pouvoir rotatoire qui résulte de cet équilibre. C'est ce que montre le Tableau suivant :

| | Températures vers | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 60°. | 40°. | 30°. | 18°. |
| Éther pur............. | —1°32′ | —1°22′ | —1°18′ | —1°8′ |
| Mélange acétique....... | —1°29′ | —1°21′ | —1°18′ | —1°10′ |

» L'éther pur sur lequel j'ai opéré est l'anhydride acétylmalique. Ce corps étant cristallisé, fusible à 63°, se purifie plus aisément qu'un liquide, ainsi que je l'ai déjà fait remarquer. En été, il reste aisément en sur-

(¹) Ces observations ont été faites pendant l'hiver et contrôlées par M. Favier, ingénieur des Arts et Manufactures. Par refroidissement on retrouve sur le corps pur 0°, 57′ vers 0°.

fusion à l'état visqueux, et il est avide d'eau. Sa viscosité empêche l'action de l'humidité atmosphérique, c'est-à-dire toute saponification extérieure, et son avidité pour l'eau empêche toute altération par l'eau à l'intérieur de la masse visqueuse. Ces exemples établissent donc :

» 1° Qu'il existe des composés qui possèdent un pouvoir rotatoire extrêmement variable avec la température à tel point qu'il peut changer de signe, comme je l'ai fait voir dans le cas de l'oxyde isobutylamylique;

» 2° Qu'en certains cas ces grandes variations sont occasionnées par des équilibres chimiques. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le spectre de lignes du soufre, et sur sa recherche dans les composés métalliques*. Note de M. A. DE GRAMONT, présentée par M. Friedel.

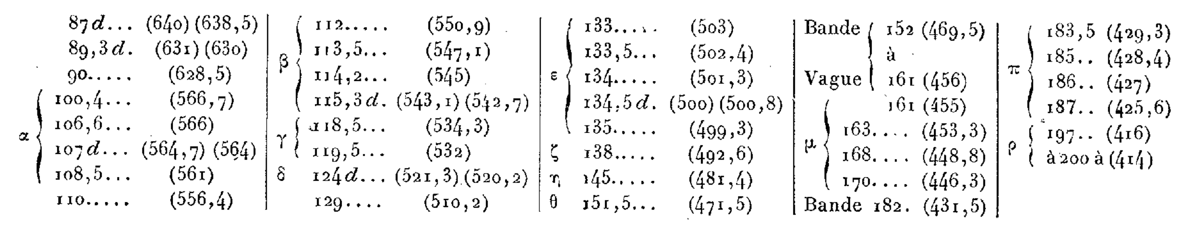
« En continuant l'étude des spectres d'étincelles des sulfures métalliques [1], j'ai observé certains groupes de raies fines, se détachant faiblement sur la partie verte du spectre, et dont les longueurs d'onde coïncidaient avec celles des principales lignes du spectre, dit *secondaire*, du soufre. On obtenait celui-ci, jusqu'ici, en faisant passer l'étincelle d'induction condensée dans un tube de Plücker ou dans un tube à gaines, rempli de vapeurs de soufre à une faible pression. J'ai cherché à m'assurer que l'on pouvait obtenir le même spectre dans les conditions ordinaires de température et de pression, en faisant éclater l'étincelle de la bobine d'induction servant précédemment à mes recherches, entre deux fils de platine ou entre deux baguettes de charbon de cornue, recouvertes de soufre pur, fondu et refroidi.

» Lorsqu'on opère sans condensateur, le soufre s'enflamme et donne un spectre continu et peu lumineux. Mais en interposant dans le circuit induit un condensateur de 40 à $50^{\text{dcmq}}$, j'ai obtenu le beau spectre de lignes très net figuré ci-contre. C'est bien le même que signalèrent d'abord Plücker et Hittorf et qu'étudia M. Salet (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 4e série, t. XXVIII, p. 37); le mode de production, beaucoup plus simple, seul diffère.

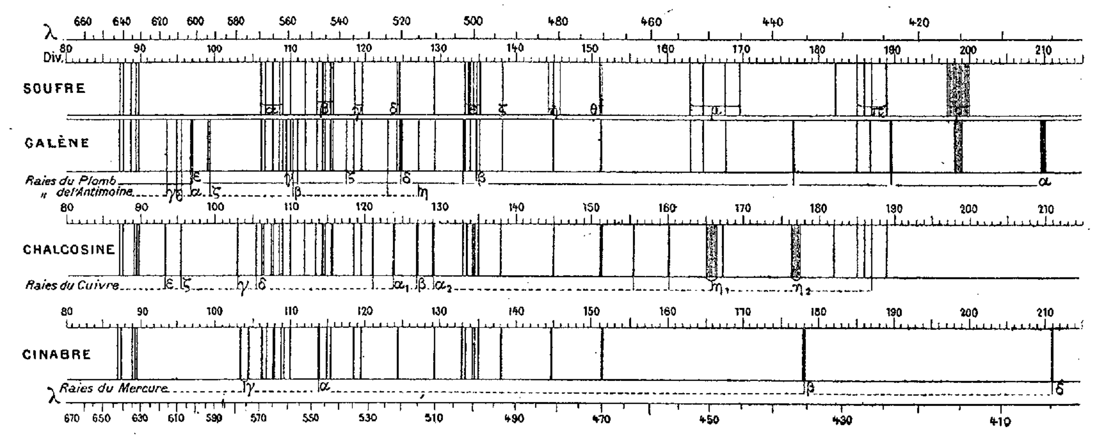
» Voici les longueurs d'onde des raies principales, en regard des divisions micrométriques observées ($Na_\alpha = 100$). Les lettres grecques dési-

(1) Séances du 12 mars 1894, p. 591, et du 2 avril 1894, p. 746.

gnant les groupes sont celles du Mémoire de M. Salet, et la lettre *d* accompagnant un chiffre indique le milieu d'une double raie :



| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 87*d*... | (640) (638,5) | | 112..... | (550,9) | ε | 133..... | (503) | Bande | 152 (469,5) | π | 183,5 | (429,3) |
| | 89,3*d*. | (631) (630) | β | 113,5... | (547,1) | ε | 133,5... | (502,4) | | à | π | 185.. | (428,4) |
| | 90..... | (628,5) | β | 114,2... | (545) | ε | 134..... | (501,3) | Vague | 161 (456) | π | 186.. | (427) |
| α | 100,4... | (566,7) | | 115,3*d*. | (543,1) (542,7) | ε | 134,5*d*. | (500) (500,8) | | 161 (455) | | 187.. | (425,6) |
| α | 106,6... | (566) | γ | 118,5... | (534,3) | | 135..... | (499,3) | μ | 163.... (453,3) | ρ | 197.. | (416) |
| α | 107*d*... | (564,7) (564) | γ | 119,5... | (532) | ζ | 138..... | (492,6) | μ | 168.... (448,8) | ρ | à 200 à | (414) |
| | 108,5... | (561) | δ | 124*d*... | (521,3) (520,2) | η | 145..... | (481,4) | | 170.... (446,3) | | | |
| | 110..... | (556,4) | | 129.... | (510,2) | θ | 151,5... | (471,5) | Bande 182. | (431,5) | | | |




» Les groupes du rouge et du vert ont un aspect strié qui les rend facilement reconnaissables. Pour tenir compte des principales raies de l'air dites de Masson (étincelle condensée) surtout dans le violet, où l'intensité des bandes est du même ordre, on a eu recours à la juxtaposition des deux spectres. Les groupes S$\alpha$, S$\beta$, S$\gamma$ sont très vifs avec un fort condensateur, l'intensité des raies le cède à peine à celle des métaux. Le groupe S$\varepsilon$, moins fort, se voit bien malgré $\alpha$ (500) de l'air dont il est difficile de se débarrasser. Les groupes S$\delta$, S$\zeta$, S$\eta$, S$\theta$ sont bien visibles. S$\mu$ l'est moins S$\pi$ et S$\rho$ sont assez diffus. La bande vague entre 152 (469,5) et 161 (456) se distingue difficilement de la bande $\varepsilon$ de l'air (465) à (460).

» M'étant ainsi assuré de l'existence et de la position des raies du soufre dans les conditions où j'opérais, je les ai relevées dans les sulfures métalliques déjà étudiés, avec le dispositif expérimental déjà décrit (séance du 12 mars 1894, p. 591), mais en portant la surface du condensateur de 20$^{dcq}$ à 50$^{dcq}$. Le spectre du minéral et celui du soufre, produit comme il a été dit, étaient juxtaposés dans le champ du spectroscope, au moyen d'un

prisme à réflexion totale, les deux étincelles étant prises dans le même circuit induit condensé. On constate ainsi le prolongement parfait des raies du soufre, d'un spectre à l'autre, pour tous les sulfures, sulfoantimoniures, sulfoarséniures étudiés. Les groupes S$\alpha$, S$\beta$, S$\gamma$, S$\delta$, S$\varepsilon$, S$\zeta$, S$\eta$, S$\theta$ sont les plus caractéristiques du soufre dans ses composés métalliques. Il est avantageux d'adapter à l'oculaire du spectroscope des volets à coulisse permettant de restreindre le champ et d'isoler une faible partie du spectre. Malgré cela, certaines raies métalliques étincelantes éteignent de leur irradiation les groupes S voisins, le spectre du soufre étant d'ailleurs représenté par toutes les autres raies. Voici quelques exemples :

» *Galène* PbS antimonifère. — Les groupes S$\alpha$ et S$\gamma$ sont bien visibles malgré le voisinage des raies du plomb et de l'antimoine. S$\beta$, S$\zeta$, S$\eta$, S$\theta$, sont très nets; S$\delta$ est effacée par l'éclat de Pb$\delta$ (520) et S$\varepsilon$ par Pb (504) et Pb$\beta$ (500). Les groupes S$\mu$, S$\pi$ et S$\rho$ sont diminués par le voisinage des raies vives Pb (438), Pb (424), Pb$\alpha$ (405).

» La *Boulangérite* $3PbSSb^2S^3$, la *Jamesonite* $2PbSSb^2S^3$, la *Zinckenite* $PbSSb^2S^3$, donnent des spectres très voisins, avec une augmentation d'intensité des raies secondaires de l'antimoine, par exemple (471) qui se confond avec S$\theta$(471,5).

» La *Bournonite* $3(Pb, Cu^2)SSb^2S^3$ donne, en plus des raies précédentes, celles du cuivre dont l'éclat fait disparaître le groupe $\delta$. Malgré toutes ces raies brillantes, le soufre est encore décelé facilement par les groupes S$\alpha$, S$\beta$, et surtout S$\beta$.

» La *Stibine* $Sb^2S^3$, peu conductrice, donne cependant en petits éclats, et grâce à la grande surface du condensateur, un spectre très compliqué où, malgré la présence des raies secondaires de l'antimoine, on distingue cependant S$\alpha$, S$\beta$, S$\gamma$, S$\varepsilon$, S$\zeta$.

» La *Chalcosine* $Cu^2S$; malgré la présence des raies vertes brillantes du cuivre qui masquent S$\delta$, on a facilement S$\alpha$, S$\beta$, S$\gamma$, S$\varepsilon$, S$\zeta$, S$\eta$, S$\theta$. Les bandes violettes du cuivre diminuent S$\mu$ et S$\pi$.

» L'*Enargite* $3Cu^2S, As^2S^5$ donne lieu aux mêmes observations, les raies de l'arsenic et aussi de l'antimoine souvent présent n'éteignant pas les groupes du soufre.

» La *Pyrite* $FeS^2$; malgré la multiplicité des raies du fer, on distingue bien S$\alpha$ mêlé à Fe$\theta$ et S$\beta$, S$\eta$, S$\theta$ bien nets. Pour plus d'exactitude, j'ai étudié avec une plus grande dispersion, au moyen d'un spectroscope à deux prismes, la partie verte entremêlée du double spectre. J'ai séparé ainsi facilement toutes les raies du soufre de celles du fer et de l'arsenic habituel dans les pyrites.

» La *Millérite* NiS fournit un beau spectre du nickel dont la complexité ne permet guère d'isoler que S$\beta$ malgré le voisinage de Ni$\alpha$ (571) et S$\gamma$ bien visibles.

» Le *Cinabre* HgS donne un bon spectre du soufre, bien que l'éclat de Hg$\alpha$(546) masque en grande partie S$\beta$, et Hg$\beta$(436), les groupes S$\mu$ et S$\pi$, comme Hg$\delta$(404,7) le groupe S$\rho$.

» L'*Argyrose* $Ag^2S$ présente les groupes S$\alpha$ et S$\gamma$ très vifs, mais S$\beta$ et S$\delta$ sont masqués par Ag$\alpha$(546,4) et Ag$\beta$(520,8), les raies bleues et violettes sont peu visibles.

» On reconnaît, par cette méthode, de faibles quantités de soufre. J'ai

trouvé ainsi dans le spectre du sélénium, donné commercialement comme pur, les groupes du soufre Sα et Sβ, et les raies de l'arsenic [1]. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Nouvelles recherches sur les boracites bromées*. Note de MM. G. **Rousseau** et H. **Allaire**, présentée par M. Troost.

« Nous avons décrit antérieurement deux boracites bromées de fer et de zinc. Elles avaient été obtenues l'une et l'autre en faisant passer le brome en vapeurs sur un mélange de métal et de boronatrocalcite, chauffé au rouge [2].

» Cette méthode est générale. Elle nous a permis de réaliser la synthèse de toute la série des boracites bromées de la série magnésienne par une réaction parallèle à celle qui donne naissance aux boracites chlorées [3]. Nous avons constaté en outre que la méthode de Heintz, qui n'avait réussi, lors de nos recherches sur les chloroboracites, que pour la reproduction du sel zincique, n'est également applicable qu'à la préparation des bromoboracites de magnésium et de zinc. Ajoutons que toutes ces boracites bromées cristallisent, comme les boracites chlorées correspondantes, en cubes, en tétraèdres ou en dodécaèdres, appartenant à la symétrie pseudocubique et agissant sur la lumière polarisée. Ces deux groupes de boracites substituées présentent donc une analogie complète de composition chimique, de propriétés optiques et cristallographiques, et se forment dans des conditions pareilles.

» *Boracite bromée de magnésium* $6MgO, 8Bo^2O^3, MgBr^2$. — Nous l'avons obtenue par deux méthodes :

» 1° On dispose un mélange intime de boronatrocalcite desséchée et de magnésium en poudre dans un tube de verre de Bohême que l'on couche ensuite sur une grille à analyse. Afin de modérer la réaction du brome sur le métal, on le dilue dans un grand excès d'hydrogène, condition qu'on réalise en faisant passer un courant assez rapide de ce gaz dans une cornue renfermant du brome, maintenu vers 30° ou 40° à l'aide d'un bain-marie. Dès que l'appareil est purgé d'air on porte graduellement la grille au rouge sombre. Il se forme ainsi de l'acide bromhydrique qui attaque le métal avec incandescence vers le rouge obscur. L'action se propage de proche en proche et

---

(1) Ce Travail a été fait au laboratoire du regretté M. Salet, où M. Friedel a bien voulu me donner une hospitalité dont je tiens à le remercier ici.

(2) *Comptes rendus*, 13 juin 1893.

(3) *Ibid.*, 23 mai 1893 et 4 juin 1894.

finit par gagner l'extrémité postérieure du tube. A ce moment, on interrompt l'action du feu. Afin d'éviter un échauffement trop considérable de la masse et la destruction consécutive de la boracite, on baisse successivement la flamme des becs dans la zone où l'incandescence indique que la réaction commence.

» Malgré toutes ces précautions, l'opération échoue fréquemment; il se forme en outre des quantités notables d'une matière brune, décomposant l'eau avec une vive effervescence et qui paraît être du sous-oxyde de magnésium. La boracite formée est toujours accompagnée d'aiguilles prismatiques de borate de magnésium, dont on la débarrasse par une petite proportion de silice et d'oxyde de fer provenant du magnésium.

» 2° On obtient un produit beaucoup plus pur, d'après la méthode de Heintz, en chauffant au rouge, dans un creuset de platine, un mélange équimoléculaire de $MgBr^2$ et de $NaBr$ avec un peu de borax et d'acide borique. La masse est soumise, après fusion, à un refroidissement lent dans un moufle. On la reprend par l'eau qui laisse un mélange de boracite cubique et de prismes de borate de magnésium que l'on traite par l'acide chlorhydrique froid.

» La boracite bromée de magnésium cristallise en cubes et en tétraèdres incolores.

» *Boracite bromée de zinc* : $6ZnO, 8Bo^2O^3, ZnBr^2$. — Nous avons décrit précédemment la préparation de ce corps par l'action du brome sur un mélange de boronatrocalcite et de zinc métallique. La méthode de Heintz nous ayant donné de bons résultats avec la chloroboracite de zinc, nous avons été conduits à reproduire par le même procédé la bromoboracite correspondante.

» On chauffe dans un creuset de platine un mélange à molécules égales de bromure de zinc et de bromure de sodium, puis on y incorpore une petite quantité de borax fondu et d'acide borique vitreux. Après un refroidissement lent on reprend la masse par l'eau.

» La boracite préparée dans ces conditions est constituée par un mélange de tétraèdres, de dodécaèdres et de cubes.

» *Boracite bromée de cadmium* $6CdO, 8Bo^2O^3, CdBr^2$. — Ce composé, ainsi que les suivants, a été obtenu par l'action du brome sur un mélange de boronatrocalcite desséchée et de métal en filets ou en fragments, chauffé au rouge sombre dans un tube de verre de Bohême à l'aide d'une grille à analyse. La masse refroidie était reprise par l'eau, puis on la purifiait par une digestion à froid dans l'acide chlorhydrique ou bromhydrique fumant. Ce traitement, indispensable pour les échantillons qu'on veut soumettre à l'analyse, corrode les faces des cristaux et leur fait perdre leur transparence; aussi convient-il, pour l'étude au microscope, d'employer le produit simplement lavé à l'eau.

» La boracite de cadmium cristallise en tétraèdres et en dodécaèdres incolores.

» *Boracite de manganèse* $6MnO, 8Bo^2O^3, MnBr^2$. — Comme la boracite chlorée correspondante, ce composé, préparé à l'aide du carbure de manganèse, est souillé par du carbone et des oxydes manganiques bruns. On le débarrasse des oxydes par un traitement à l'acide chlorhydrique concentré, et du carbone par des lévigations dans le bromoforme ou l'iodure de méthylène.

» La boracite de manganèse cristallise en cubes et en tétraèdres incolores.

» *Boracite de cobalt* $6CoO, 8Bo^2O^3, CoBr^2$. — Elle cristallise en tétraèdres et en dodécaèdres. Ces cristaux, comme ceux de la chloroboracite correspondante, sont verts par transparence et violets par réflexion.

» *Boracite de nickel* $6NiO, 8Bo^2O^3, NiBr^2$. — Ce produit, qui prend naissance dans les mêmes conditions que les boracites précédentes, est formé par des tétraèdres et des dodécaèdres de couleur jaune.

» A l'exception des bromoboracites de magnésium et de zinc obtenues par la méthode de Heintz, tous les composés que nous venons de décrire renferment environ 1 pour 100 de calcium isomorphiquement substitué, provenant de la boronatrocalcite employée dans la préparation.

» Nous publierons prochainement les résultats de nos recherches sur les boracites iodées. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Influence de la pression sur la combinaison de l'hydrogène et du sélénium.* Note de M. **H. Pélabon**, présentée par M. Troost.

« Quand un corps gazeux peut se combiner partiellement en vase clos à un corps solide ou liquide, pour donner un composé gazeux, le rapport qui existe à chaque température entre la pression partielle du composé dans le mélange gazeux et la pression partielle du composant gazeux dépend en général de la pression totale que supporte le système.

» La théorie de la dissociation indique cependant *que si le composé en question renferme un volume égal au sien du composant gazeux* (c'est le cas de l'acide sélénhydrique), *la pression n'a aucune influence sur la valeur du rapport considéré.*

» En opérant à 350° et à 440° avec des tubes scellés contenant du sélénium et dans lesquels la pression de l'hydrogène introduit était de $520^{mm}$

et 940$^{mm}$ de mercure, M. Ditte [1] a constaté qu'au bout d'un même nombre d'heures la quantité d'acide sélénhydrique formée dans le tube où la pression est la plus forte est supérieure de 1 à 3 pour 100 à celle que l'on trouve dans celui où la pression est la plus petite.

» Nous nous sommes proposé d'étudier l'influence de la pression en faisant varier celle-ci dans des limites plus étendues.

» Pour introduire dans un tube de verre un morceau de sélénium et de l'hydrogène sous une pression de plusieurs atmosphères, nous avons eu recours au procédé suivant : le tube contenant le sélénium est effilé aux deux extrémités. Il est mis en relation avec un appareil à hydrogène pur et lorsque l'air est complètement chassé, on ferme l'une des extrémités à la lampe.

» Le tube est placé verticalement, l'extrémité fermée en haut et l'on y comprime l'hydrogène. Quand on a donné au gaz la pression voulue, on chauffe légèrement le sélénium de manière à l'amener, à l'état liquide, à la partie inférieure du tube. On le laisse se solidifier en cet endroit; il intercepte alors la communication entre le tube et l'appareil producteur d'hydrogène. On peut alors ramener la pression du gaz dans cet appareil à une valeur peu différente de celle de la pression atmosphérique, sans modifier la force élastique du gaz qui se trouve à l'intérieur du tube de verre. En dessous du bouchon de sélénium, on pourra donner un coup de chalumeau et fermer définitivement le tube.

» Nous avons pu, de cette manière, introduire dans des tubes de verre scellés du gaz hydrogène sous des pressions allant jusqu'à 5$^{atm}$.

» Voici les principaux résultats que nous avons obtenus relativement à la combinaison de l'hydrogène et du sélénium sous pression ;

» Quatre tubes chauffés à la même température, 620°, et dans lesquels la pression de l'hydrogène était 520$^{mm}$, 1270$^{mm}$, 1520$^{mm}$ et 30160$^{mm}$ de mercure ont donné respectivement, pour valeur du rapport de la pression partielle de l'hydrogène sélénié à la pression totale, les nombres 0,405, 0,4112, 0,42, 0,423.

» A la température de 575° pour des pressions de 678$^{mm}$ et 1380$^{mm}$ de mercure, les valeurs du rapport ont été 0,39 et 0,403.

» Enfin, à une température plus basse, 310°, sous des pressions de 580$^{mm}$ et 1520$^{mm}$, nous avons obtenu les nombres 0,214 et 0,23.

» Ces résultats montrent bien, comme l'avait, du reste, fait remarquer M. Ditte, que *l'augmentation de pression accroît très légèrement la quantité*

---

(1) Ditte, *Annales de l'École Normale supérieure*, 2$^e$ série, t. I.

*d'acide sélénhydrique produit à une certaine température; que, de plus, c'est à la température la moins élevée que cette influence se fait sentir davantage.*

» Nous avons remarqué, en outre, que la pression a pour effet d'accroître la vitesse de la réaction.

» En somme, les nombres que nous avons obtenus montrent que les conclusions de la théorie de la dissociation sont sensiblement vérifiées par l'expérience, et cela d'autant mieux que la température est plus élevée [1]. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur une réaction des aldéhydes. — Différenciation des aldoses et des cétoses.* Note de MM. **A. Villiers** et **M. Fayolle**, présentée par M. Henri Moissan.

« Schmidt a indiqué en 1848 une réaction des aldéhydes sur les solutions aqueuses de fuchsine décolorées par l'acide sulfureux. Il se produit, à froid, une recoloration immédiate, si l'aldéhyde est ajoutée en proportion notable, lente, s'il n'y en a que des traces très faibles. Cette réaction, d'une sensibilité assez grande pour déceler la présence des plus petites quantités d'aldéhydes, par exemple dans les alcools commerciaux, a été attribuée aussi bien aux aldéhydes qu'aux acétones. Et, en fait, l'acétone du commerce, même celle qui est vendue sous le nom d'*acétone pure* et bouillant à une température sensiblement fixe, la produit nettement.

» Ayant eu l'occasion de préparer de l'acétone absolument pure, nous avons rectifié, dans un appareil Claudon et Morin, $20^{lit}$ d'acétone pure de commerce. Nous avons ainsi obtenu $18^{lit}$ de liquide bouillant, sous une pression fixe, entre 55°,7 et 55°,9; les produits de tête et de queue bouillant eux-mêmes un demi-degré au-dessous et au-dessus. La portion principale a donné une coloration marquée, immédiatement avec $1^{cc}$ ou $2^{cc}$, au bout de quelques minutes avec deux gouttes. Les produits de queue coloraient à peine le réactif; les produits de tête, au contraire, donnaient une coloration à peu près aussi intense que l'aldéhyde elle-même. Ayant ainsi constaté que la coloration produite par l'acétone allait en s'atténuant, à mesure que cette dernière était débarrassée des parties les plus volatiles, nous avons été conduits à penser que la réaction que l'on peut obtenir avec

(1) Ce travail a été fait à la Faculté des Sciences de Lille.

l'acétone devait être attribuée à des impuretés, et, pour nous en assurer, nous avons poursuivi la purification du produit.

» La portion principale obtenue par une première rectification a été combinée au bisulfite de soude et les cristaux ont été essorés. Un second traitement au bisulfite a été effectué sur l'acétone régénérée de sa combinaison par l'action d'une lessive de soude étendue, à l'ébullition. Les cristaux ont été essorés une seconde fois, et l'acétone régénérée de nouveau a été soumise à une seconde rectification. Le produit ainsi obtenu bouillait à une température constante. Nous avons constaté qu'il était sans action sur le réactif, du moins lorsque le volume d'acétone ne dépasse pas $1^{cc}$ ou $2^{cc}$ pour $5^{cc}$ de ce dernier. Au delà, on obtient encore, au bout d'une heure, une légère coloration, qui ne peut être évidemment attribuée qu'à des traces d'impuretés. Il nous paraît impossible d'éliminer ces dernières d'une manière absolument complète.

» Nous avons fait usage, dans ces essais, d'un réactif aussi sensible que possible, c'est-à-dire préparé sans excès d'acide sulfureux. La décoloration de la fuchsine, dans ces conditions, est très longue et n'est complète qu'au bout d'une journée; mais le réactif ainsi préparé se recolore sous l'influence des moindres traces d'aldéhydes, telles que l'aldéhyde ordinaire, l'aldéhyde benzoïque. Les essais doivent être faits dans des tubes bouchés, car le réactif se recolore en rouge, par une exposition prolongée à l'air.

» Nous avons cru devoir signaler cette différence entre l'aldéhyde et l'acétone, surtout parce que la recoloration de la fuchsine décolorée par l'acide sulfureux a été à plusieurs reprises signalée comme une réaction de l'acétone, permettant de caractériser cette dernière, notamment dans certaines urines. En fait, bien que cette réaction ne soit due qu'à une impureté de l'acétone, elle nous paraît pouvoir encore, dans certains cas, être utilisée à ce point de vue, et nous pensons que toute urine contenant de l'acétone doit la produire, l'acétone se formant presque toujours en même temps que de l'aldéhyde. C'est ainsi que l'acétone synthétique, préparée récemment par M. Desgrez, par hydratation de l'allylène fourni par la décomposition de l'acide tétrolique, recolore encore légèrement le réactif, d'après les indications de l'auteur.

» L'emploi de la solution de fuchsine décolorée par l'acide sulfureux permet de vérifier la pureté de l'acétone. Pour que ce mode d'essai puisse être employé pratiquement, on devra se contenter d'ajouter une seule goutte d'acétone à quelques centimètres cubes du réactif.

» Cette réaction nous paraît aussi pouvoir permettre de différencier les aldéhydes des acétones. Nous avons constaté que, de même que l'acétone ordinaire, la méthyléthylacétone, suffisamment rectifiée, donnait un résultat négatif. Mais il serait nécessaire, avant de généraliser ce fait, d'étendre ces essais à un plus grand nombre d'acétones.

» Dès maintenant, nous pouvons affirmer qu'elle permet de différencier les sucres aldoses des sucres cétosiques. Le glucose, le sucre interverti, le galactose rougissent le réactif ainsi que les aldéhydes; il en est de même des dextrines réductrices. Nous avons, au contraire, constaté que deux échantillons de lévulose et de sorbine purs, que nous devons à l'obligeance de M. Jungfleisch et de M. Vincent, donnent un résultat tout à fait négatif. La réaction des sucres aldéhydiques est empêchée par la présence des acides; aussi doit-on employer un réactif préparé ainsi que nous l'avons dit plus haut, et opérer avec des liqueurs neutres dans un tube bouché. De plus, on doit faire agir une quantité de sucre assez grande, telle que $1^{gr}$ pour $10^{cc}$ à $12^{cc}$ de réactif. Dans ces conditions, la recoloration de la solution de fuchsine est aussi intense qu'avec les aldéhydes ordinaires, bien qu'elle se produise plus lentement.

» La réaction doit être essayée sur des sucres soigneusement purifiés; c'est ainsi que le lévulose tel qu'on l'obtient dans une première cristallisation contient encore assez de glucose pour donner très nettement la réaction des aldéhydes. Inversement, elle permet de vérifier la pureté des sucres cétosiques, ou, du moins, l'absence des sucres aldéhydiques. Cependant, la sensibilité du réactif est moins grande pour les sucres aldéhydiques que pour les aldéhydes telles que l'aldéhyde ordinaire.

» Les saccharoses tels que le sucre ordinaire, le maltose, le lactose, ne donnent pas de coloration, bien qu'ils soient formés en totalité ou en partie par des glucoses aldéhydiques et que les deux derniers possèdent aussi un pouvoir réducteur. On n'observe aucune coloration du réactif après quelques heures, alors que les sucres aldéhydiques ont produit une coloration intense. Après plusieurs jours, la coloration se développe indiquant un dédoublement produit à froid par l'action de l'eau avec formation de glucoses aldéhydiques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les substitutions de radicaux alcooliques liés au carbone et à l'azote.* Note de M. C. MATIGNON.

« Dans le dernier numéro du *Journal für praktiche Chemie* (1), MM. Stohmann et Langbein adressent une réclamation au sujet de la loi relative à la variation de la chaleur de combustion d'un corps dans lequel on effectue une substitution alcoolique liée au carbone ou à l'azote. Je demande à l'Académie la permission de rappeler ce que je disais en présentant mon travail :

» En poursuivant l'étude thermochimique des uréides, je suis arrivé, il y a près de six mois, à la loi suivante : *La substitution d'un radical alcoolique lié à l'azote augmente la chaleur de combustion d'une quantité plus grande que la substitution du même radical lié au carbone.* J'attendais, pour communiquer ce résultat, qu'il fût confirmé par un plus grand nombre d'expériences; mais la publication d'un travail de MM. Stohmann et Langbein, où la même loi se trouve énoncée, m'oblige à donner de suite les nombres qui m'y ont conduit (2).

» J'ajouterai que MM. Stohmann et Langbein énoncent la loi précédente sous la forme d'une simple remarque et sans y ajouter le moindre développement (3); au contraire, dans la Note précédente publiée aussitôt que j'eus connaissance des travaux de ces savants, j'insiste sur l'importance de cette loi, en même temps que je montre par un exemple les applications dont elle est susceptible. Depuis, je l'ai utilisée pour établir que l'acide désoxyamalique de M. Fischer était l'acide tétraméthylhydurilique (4); pour différencier les amines primaires, secondaires et tertiaires, pour l'étude et la prévision des migrations moléculaires (5); je l'ai généralisée et j'ai montré qu'elle s'appliquait aux substitutions nitrées, ce qui m'a permis de déduire quelques conséquences relatives aux explosifs (6); enfin, j'ai montré qu'une loi analogue existait pour les liaisons avec l'oxy-

(1) T. XLIX, p. 490; 1894.
(2) *Comptes rendus,* t. CXIII, p. 550.
(3) *Journal für praktiche Chemie,* t. XLIV, p. 393.
(4) *Comptes rendus,* t. CXVI, p. 642.
(5) *Annales de Chimie et de Physique,* 6e série, t. XXVIII, p. 498 à 512.
(6) *Comptes rendus;* t. CXIV, p. 1197.

gène et que, d'une façon générale, la substitution d'un radical alcoolique augmente la chaleur de combustion du composé d'une quantité d'autant plus grande que le poids atomique du corps qui sert de liaison est plus élevé ([1]). »

*Remarques sur la Note précédente;* par M. **Berthelot**.

« Dès l'origine de mes recherches sur la chaleur de formation des composés organiques, j'ai distingué la chaleur de formation des composés éthérés et celle des corps homologues, qui leur sont isomériques : les premiers étant regardés comme des *composés secondaires*, c'est-à-dire facilement dédoublables et formés avec des dégagements de chaleur faibles ou nuls, depuis l'alcool générateur et l'autre composant; tandis que les seconds étaient désignés comme des *composés unitaires*, difficiles à dédoubler, et formés avec des dégagements de chaleur plus considérables depuis les mêmes composants et, par conséquent, depuis les éléments : ces lois ont été particulièrement développées (p. 98 et p. 102 à 106) dans une *Leçon sur l'Isomérie*, professée en 1863 devant la Société chimique de Paris, et publiée dans ses Recueils ([2]).

» Si nous exprimons par des formules atomiques ces relations, — ce qui n'ajoute rien d'essentiel à leur existence, ou à leur interprétation générale, — nous pouvons dire que, dans les composés unitaires, le méthyle, et plus généralement le radical alcoolique est lié directement au carbone, tandis que, dans les composés éthérés, le radical alcoolique est lié avec l'oxygène ou l'azote, etc. D'après ce qui précède, la chaleur de formation des premiers est supérieure en général à celle des seconds, et, par conséquent, la chaleur de combustion des seconds l'emporte sur celle des premiers. Tel est le cas de la méthylaniline, véritable éther de l'aniline, ainsi que la chose est d'ailleurs reconnue d'après sa synthèse par l'alcool méthylique et son dédoublement par l'acide iodhydrique en ammoniaque, benzène et formène; tandis que les toluidines régénèrent uniquement du toluène et de l'ammoniaque. C'est ce qu'exprime la notation atomique, en disant que

---

([1]) *Bulletin de la Société chimique*, 3e série, t. IX, p. 562.

([2]) Voir aussi mes *Leçons sur les méthodes de synthèse*, professées au Collège de France, p. 250, en 1864; chez Gauthier-Villars; et *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. VI, p. 342 et 355, 1865.

le méthyle est lié à l'azote dans la méthylaniline, tandis que le méthyle est lié au carbone (du groupe benzénique) dans la toluidine.

» Enfin la benzylamine réalise l'union du méthyle, à la fois avec le carbone et l'azote.

» En raison de l'intérêt qui s'attache à ces isomères et à leur définition thermochimique, j'ai prié M. Petit, qui travaillait dans mon laboratoire en 1888, de mesurer la chaleur de combustion de ces divers alcalis, et par conséquent leur chaleur de formation depuis les éléments. Ce savant a obtenu (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. XVIII, p. 149 et suivantes) les valeurs suivantes pour les chaleurs de formation :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Toluidine para | $+9^{Cal},7$ (cristallisée), d'où... | | $+7^{Cal}$ environ liquide. |
| » ortho | » | .... | $+3,8$ liquide. |
| » méta | » | .... | $+2,9$ liquide. |
| Benzylamine | » | .... | $-0,1$ liquide. |
| Méthylaniline | » | .... | $-5,5$ liquide. |

» On voit que la chaleur de formation la plus faible de toutes est celle de la méthylaniline, dérivé éthéré, et la plus forte, celle des toluidines, la benzylamine étant intermédiaire : ce qui est conforme à la loi annoncée, d'après la théorie des composés éthérés.

» Ces relations, signalées il y a bien des années d'une manière générale, n'étaient pas purement théoriques; car elles ont été précisées dès le début par la comparaison thermique des éthers avec les acides gras isomériques et, plus récemment, dans le cas particulier des alcalis aromatiques, par les expériences de M. Petit.

» Leur étude a été continuée, à partir de 1889, par M. Matignon, qui a succédé à M. Petit dans mon laboratoire; il a suivi une voie originale pour approfondir un problème déjà soulevé, aussi bien que MM. Stohmann et Langbein, qui développent avec tant de zèle et de succès l'étude thermochimique des combinaisons organiques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la picéine, glucoside des feuilles du sapin épicea* (pinus picea). Note de M. TANRET.

« La précipitation des glucosides par des sels neutres, suivie d'un traitement par des solvants appropriés, est un mode de préparation que j'ai

précédemment indiqué pour les vincétoxines et l'aurantiamarine (1). Ce procédé est susceptible d'une certaine généralisation : appliqué, en effet, aux feuilles du sapin épicéa (*pinus picea*), il vient encore de me permettre d'en retirer plusieurs glucosides nouveaux, dont l'un, la *picéine*, fera l'objet de cette Note.

» *Préparation.* — Des ramilles de sapin finement hachées sont traitées par de l'eau bouillante, additionnée de bicarbonate de soude à raison de $5^{gr}$ par kilogramme de ramilles. Après quelques instants d'ébullition et une macération de vingt-quatre heures, on précipite la liqueur successivement par l'extrait de saturne et l'acétate de plomb ammoniacal, en ne gardant que le dernier précipité, qu'on décompose par l'acide sulfurique; puis, après filtration et neutralisation exacte par la magnésie, on évapore en sirop clair. On dissout dans celui-ci encore chaud le tiers de son poids de sulfate de magnésie, puis on l'épuise avec de l'éther acétique. Quand ce dernier, chargé de glucosides, s'est éclairci, soit par un repos suffisant, soit à la suite d'une forte agitation avec du bicarbonate de soude, on le distille; on reprend le résidu par de l'alcool, on l'évapore de nouveau à siccité pour chasser complètement l'éther, puis on le redissout ou simplement même on le délaye, selon les cas, dans son poids d'alcool absolu chaud. La liqueur ne tarde pas à se prendre en une masse pâteuse qu'on essore à la trompe et qu'on lave à l'alcool absolu. Celui-ci entraîne en solution un ou plusieurs glucosides amorphes (dont l'étude sera faite ultérieurement). Quant au résidu laissé par l'alcool, on le redissout dans l'alcool absolu bouillant ou dans l'eau bouillante. Par refroidissement, la solution abandonne une superbe cristallisation de *picéine*.

» Le rendement en picéine a varié de février à mai de $3^{gr}$ à $0^{gr},50$ par kilogramme de ramilles. Le bois et l'écorce n'ont donné que des glucosides amorphes.

» *Composition.* — La picéine cristallise dans l'eau avec une molécule d'eau. Sa composition (2) est représentée par la formule $C^{14}H^{18}O^7, H^2O$.

» La picéine est anhydre quand elle se dépose de sa solution dans l'alcool absolu.

» *Propriétés physiques.* — La picéine, hydratée ou anhydre, cristallise en aiguilles prismatiques soyeuses, solubles dans 1 partie d'eau bouillante et dans 50 parties à 15°; dans 20 parties d'alcool à 70°, 68 parties à 90° et 534 parties d'alcool absolu à froid (15°); 33 parties d'alcool absolu bouillant et 123 parties d'éther acétique à 15°. Elle est insoluble dans l'éther et le chloroforme. Sa saveur est amère.

» La picéine est lévogyre : $a_D = -84°$ en solution dans l'eau et $a_D = -78°$ en solution dans l'alcool à 70° (3).

---

(1) *Comptes rendus*, t. C et CII.

(2) Trouvé pour le produit séché à 100° : $C = 56,32$ et $56,38$; $H = 6,20$ et $6,28$. Calculé : $C = 56,37$, et $H = 6,04$. Eau trouvée : 6,10 pour 100; calculé : 5,69.

(3) Avec l'eau : $p = 2^{gr},50$; $v = 60^{cc}$; $a = -7°$; $t = 35°$. Avec l'alcool : $p = 1^{gr}$; $v = 25^{cc}$; $a = -6°30$; $t = 15°$.

» La picéine anhydre fond à 194°.

» *Réactions.* — Sous l'influence de l'émulsine la picéine fixe une molécule d'eau et se dédouble en glucose $C^6H^{12}O^6$ et picéol [1] $C^8H^8O^2$ selon l'équation

$$C^{14}H^{18}O^7 = H^2O = C^6H^{12}O^6 + C^8H^8O^2.$$

» Les acides étendus produisent le même dédoublement, mais, contrairement à ce qui se passe pour la saligénine et l'alcool coniférylique, ce picéol cristallise aussi bien que celui que donne l'émulsine.

» Projetée en petite quantité dans l'acide sulfurique concentré la picéine s'y dissout avec une coloration brun rougeâtre à peine sensible. Or, on sait que des traces de coniférine donnent, avec l'acide sulfurique, une coloration violette intense. On a donc là une réaction différentielle des deux glucosides des plus nettes.

» La picéine n'est précipitée ni par le tannin, ni par le sous-acétate de plomb. Elle donne avec l'acétate de plomb ammoniacal un précipité qui répond à la formule $C^{14}H^{14}PbO^7$.

» Le sulfate de magnésie la précipite de ses solutions, mais sans s'y combiner.

» Bien que peu soluble dans l'eau froide, elle s'y dissout néanmoins abondamment en présence des glucosides amorphes qui l'accompagnent dans les feuilles d'épicéa. J'ai déjà signalé un fait semblable pour la vincétoxine insoluble et l'hespéridine, dont la vincétoxine soluble et l'aurantiamarine sont les dissolvants naturels.

» La picéine chauffée avec l'anhydride acétique et un fragment de chlorure de zinc donne un éther tétracétique $(C^{14}H^{10}O^3)(C^2H^4O^2)^4$. Cet éther, qui est cristallisé et soluble dans l'éther, fond à 170°. La *picéine* est donc en même temps éther et alcool.

» *Picéol.* — Le picéol $C^8H^8O^2$ fond à 109°. Il est soluble dans 100 parties d'eau à 15° et dans 14 parties d'eau bouillante. Cette dernière solution en refroidissant le laisse déposer en gouttelettes qui, peu à peu, se transforment en cristaux. Il est coloré en violet par le perchlorure de fer.

» Le picéol se dissout dans les solutions de carbonates alcalins sans en déplacer l'acide carbonique; avec les alcalis caustiques, il forme des composés cristallisés décomposables par l'acide carbonique, mais non par l'eau; il a pu, d'autre part, être combiné aux acides acétique et benzoïque.

---

[1] Trouvé : C = 70,80 et H = 6,15. Calculé : C = 70,59 et H = 5,88.

Le picéol se comporte donc comme un phénol et, j'ajouterai, comme un phénol monoatomique. Son composé barytique répond, en effet, à la formule $(C^8H^8O^2)^2BaO$, et son éther benzoïque [1], qui fond à 134°, à $(C^8H^6O)(C^7H^6O^2)$.

» L'étude du nouveau glucoside sera complétée dans une prochaine Communication. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la présence de l'hydrogène et de l'hydrogène proto-carboné dans l'azote résidual du sang*. Note de M. **L. de Saint-Martin.**

« La présence de l'hydrogène et de l'hydrogène proto-carboné dans les atmosphères closes où ont longuement séjourné les animaux et surtout les herbivores avait été mise en évidence par les travaux de MM. Regnault et Reiset [2]. L'opinion généralement admise était que ces gaz proviennent du tube intestinal, lorsque, en 1884, Tacke démontra que les lapins trachéotomisés exhalent directement par le poumon des quantités notables de ces deux gaz (plusieurs centimètres cubes de chacun d'eux par heure et par kilogramme d'animal) [3]. Que l'hydrogène et le gaz des marais ainsi reconnus proviennent des tissus ou, ce qui est plus probable, d'une résorption intestinale, ils ont nécessairement traversé l'appareil circulatoire et leur présence dans le sang devenait certaine bien que difficile à prouver, en raison de leur très faible quantité.

» M. Gréhant, le premier, vient d'annoncer qu'il avait trouvé, à l'aide de son ingénieux grisoumètre, une petite quantité d'hydrogène dans l'azote résidual des gaz extraits du sang de chien. De mon côté, après avoir répété et vérifié les expériences de Tacke, j'avais entrepris de rechercher les mêmes gaz dans le sang, et les résultats que j'ai obtenus confirment et complètent le fait annoncé par M. Gréhant. J'ai opéré sur le sang de bœuf afin de pouvoir agir sur une grande masse de sang provenant d'un animal herbivore.

» Dans chaque expérience, j'épuise de ses gaz, au moyen de la pompe à

(1) Trouvé : C = 74,61 et 74,79, H = 5,29 et 5,19; calculé C = 75 et H = 5.

(2) Regnault et Reiset, *Ann. de Physique et de Chimie*, 5e série, t. XXVI; 1849. — A. Reiset, *Recherches pratiques et expérimentales sur l'Agronomie*, Paris; 1863.

(3) Tacke, *Ber. d. deutsch. chem.* (*Ges.*, t. 17, p. 1827; 1884).

mercure, en deux fractions chacune de 500$^{cc}$, un litre de sang de bœuf défibriné aussi frais que possible. Les gaz dégagés par le vide sont recueillis sur le mercure dans une grande éprouvette garnie de 4$^{cc}$ de potasse qui absorbe au fur et à mesure l'acide carbonique. On les prive ensuite de l'oxygène au moyen de l'hydrosulfite de soude; l'emploi d'une solution alcaline d'acide pyrogallique, pour cet usage, doit être évité, parce que ce réactif est susceptible d'introduire dans l'azote résidual des traces sensibles d'oxyde de carbone. Le phosphore à froid, que j'avais d'abord essayé dans le même but, a pris feu dans ce mélange gazeux très riche en oxygène, accident qui a fait perdre l'expérience.

» Après l'action de l'hydrosulfite de soude, le résidu gazeux, dès lors réduit à 15$^{cc}$ ou 20$^{cc}$, exhale une forte odeur caractéristique de triméthylamine. Il est peu probable que cet alcali préexiste dans le sang; M. Dessaignes [1], du reste, avait déjà signalé sa présence dans le sang de veau, quelques heures après sa sortie de la veine.

» Aussi, avant de soumettre le résidu gazeux aux essais eudiométriques, est-il nécessaire de l'agiter avec quelques gouttes d'acide sulfurique au cinquième, et de le mettre encore une fois en présence de la potasse et de l'hydrosulfite de soude.

» Voici les résultats de deux analyses eudiométriques, exécutées, d'après la méthode de Doyère, sur les résidus gazeux ainsi obtenus, chacun d'eux provenant d'un litre de sang de bœuf défibriné introduit dans la pompe une heure environ après l'abatage.

| | I. | II. |
|---|---|---|
| | cc | cc |
| Volume du résidu gazeux (Az, etc.) | 17,28 | 15,43 |
| » après l'addition d'oxygène pur | 23,22 | 20,86 |
| » après l'addition de gaz de la pile | 32,08 | 29,93 |
| » après l'explosion | 20,96 | 18,24 |
| » après l'action de la potasse | 20,18 | 17,47 |
| » après l'addition d'hydrogène de la pile | 31,32 | 27,87 |
| » après la seconde explosion | 19,16 | 17,35 |

» Dans la première analyse il y a eu production de 0$^{cc}$,78 de $CO^2$ avec une contraction de 2$^{cc}$,26 et consommation de 1$^{cc}$,89 d'oxygène. Ces chiffres conduisent à 0$^{cc}$,78 de $C^2H^4$ et à 0$^{cc}$,46 d'hydrogène. L'oxygène consommé est de 1$^{cc}$,89. Calculé 1$^{cc}$,79.

» Dans la seconde analyse il y a eu production de 0$^{cc}$,77 de $CO^2$ avec

---

(1) DESSAIGNES, *Journal de Pharmacie*, 3$^e$ série, t. XXXII, p. 43.

une contraction de $2^{cc},62$ et une consommation de $1^{cc},92$ de O. Ces chffires correspondent à $0^{cc},77$ de $C^2H^4$ et à $0^{cc},72$ de H. L'oxygène consommé est de $1^{cc},92$. Calculé $1^{cc},90$.

» En résumé un litre de sang de bœuf a fourni (chiffres réduits à 0° et à 760) :

| | I. | II. |
|---|---|---|
| Hydrogène................ | $0^{cc},41$ | $0^{cc},64$ |
| Hydrogène protocarboné.... | $0^{cc},69$ | $0^{cc},68$ |

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'acide sulfurique sur le camphène.* Note de MM. G. BOUCHARDAT et J. LAFONT.

« L'acide sulfurique concentré réagit énergiquement sur le camphène comme sur les térébenthènes et les terpilènes de même formule; mais cette action présente de grandes différences. Elle est moins violente, il se dégage une bien moindre quantité de chaleur, les produits formés sont dissemblables, appartenant à des groupes doués de fonctions chimiques autres.

» Nous avons ajouté goutte à goutte au camphène inactif par compensation, le dixième de son poids d'acide sulfurique monohydraté. On refroidit pour éviter les actions secondaires, et en particulier la formation abondante de polymères $n.C^{20}H^{16}$, qui se produisent toujours en faible quantité en opérant dans les meilleures conditions.

» L'acide sulfurique donne aussitôt, avec le camphène solide, un liquide homogène à peine coloré, sans séparation de matières résineuses acides, brunes, que l'on observe toujours en opérant avec les térébenthènes ou les citrènes. Après un contact de vingt-quatre heures, le produit a été agité et lavé à grande eau.

» Les combinaisons formées primitivement par l'union de l'acide sulfurique et du carbure sont en grande partie détruites par l'action de l'eau. Cependant ces eaux de lavage renferment une petite quantité d'un acide sulfoconjugué.

» L'acidité de ces eaux de lavage, dans le cas le plus favorable, n'a été que des trois quarts de l'acidité correspondant à l'acide sulfurique ajouté; presque la même dans d'autres opérations.

» Le sel de baryte de l'acide ainsi formé étant très peu soluble se précipite avec l'excès de sulfate de baryte. Il est très facilement décomposable par l'eau, l'eau alcaline surtout, de même que les sels correspondants de soude et de potasse. Le résidu de l'évaporation finit par noircir et ne

donner que de l'acide sulfurique et des sulfates; pendant l'évaporation, il se dégage une odeur camphrée intense.

» Les eaux de lavage acides saturées par un excès de soude et distillées donnent de l'eau qui entraîne un composé cristallin insoluble à l'eau, constitué par du *bornéol de camphène inactif*, fusible à 210°, donnant par oxydation du camphre inactif. Ce bornéol $C^{20}H^{18}O^2$ provient de la décomposition par l'alcali d'un acide camphéno-sulfurique qui semble être le produit normal primitif de l'action de l'acide sur le camphène. La proportion de bornéol ainsi obtenue est faible.

» La partie huileuse surnageant les eaux acides a été soumise à l'action d'un courant de vapeur d'eau qui en entraîne les deux tiers environ, $100^{gr}$ pour 165 du camphène mis en réaction. C'est du camphène inaltéré renfermant des traces de bornéol et qui, traité à nouveau par l'acide sulfurique, a donné les mêmes produits.

» L'huile privée de camphène est très épaisse, elle dépose une abondante matière cristalline que l'on isole par un essorage et des cristallisations dans l'éther qui la dissout abondamment. Les cristaux obtenus de la solution éthérée sont en trémies d'apparence rhomboédrique ou en longs prismes cannelés à faces brillantes, à cassure vitreuse; leur composition répond à la formule $C^{40}H^{34}O^2$; carbone 83,3; 83,37; 82,8; hydrogène 11,7; 12,3; 11,8.

» Ils fondent à 90°-91°; ils distillent à 322° sous la pression normale sans notable décomposition, la masse se reprend totalement par refroidissement. Le brome forme avec cette substance un composé d'addition peu stable qui laisse la substance inaltérée après la volatilisation du brome. Le perchlorure de phosphore est sans action à froid sur ses solutions dans l'éther de pétrole. Les solutions chlorhydriques saturées à 0° n'agissent pas sensiblement sur ce corps à 100°; à 150° elles le transforment en chlorydrate de camphène $C^{20}H^{17}Cl$. L'acide nitrique concentré l'attaque très difficilement à l'ébullition en donnant du camphre inactif $C^{20}H^{16}O^2$. L'acide nitrique fumant l'attaque à froid et donne du camphre. Les solutions concentrées d'acide chromique dans l'acide acétique l'oxydent en donnant le même camphre. L'anhydride acétique est presque sans action, à 200° il y a formation d'un peu de camphène $C^{20}H^{16}$. Toutes ces réactions indiquent que c'est l'*éther mixte du bornéol de camphène inactif* $C^{20}H^{16}(C^{20}H^{18}O^2)$.

» Les huiles qui imprègnent les cristaux de ce corps, soumises à la distillation sous pression réduite à $2^{cm}$, donnent un peu de camphène, du bornéol de camphène, et surtout des huiles passant de 206 à 218; la frac-

tion 209-212 dépose d'abondants cristaux, identiques aux précédents. Les fractions supérieures incristallisables donnent à l'analyse des chiffres intermédiaires entre ceux du carbure $C^{40}H^{32}$ et du corps $C^{40}H^{34}O^2$. Elles renferment un peu de polymère du camphène, elles sont vivement attaquées par l'acide nitrique chaud comme ce polymère, et donnent du camphre par une oxydation prolongée, camphre provenant de l'oxydation de l'éther $C^{40}H^{34}O^2$.

» Les produits de l'action de l'acide sulfurique sur le camphène sont donc : 1° l'*éther du bornéol de camphène inactif*, produit principal; 2° l'acide *bornéol sulfurique* donnant par saponification ultérieure du *bornéol de camphène inactif;* 3° enfin un peu de *polymères* du *camphène*, le plus abondant est $C^{40}H^{32}$; la proportion en est d'autant plus élevée que l'addition de l'acide a été plus rapidement faite et plus abondante. L'action de l'acide sulfurique sur le camphène est donc très comparable à celle du même acide sur l'éthylène, très différente de son action sur le citrène, qui ne fournit que des polymères, ou sur les térébenthènes, qui forment à la fois des carbures isomères et polymères très abondants, et des composés sulfuriques neutres très stables.

» Nous avons produit le même éther du bornéol, mais en faible proportion, en traitant le camphène par l'acide acétique cristallisable, additionné d'acide sulfurique, le produit principal dans ce cas étant l'éther bornéolacétique du *bornéol de camphène*. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les dérivés bromés de l'éthylène perchloré.* Note de M. A. **Besson**, présentée par M. Troost.

« La théorie permet de prévoir l'existence de chlorobromures du type $C^2X^4$ présentant les compositions suivantes : $C^2Cl^3Br$, $C^2Cl^2Br^2$, $C^2ClBr^3$. Le premier de ces corps n'a pas été signalé. M. Bourgoin (*Bulletin de la Société chimique de Paris*, 1875) a publié la préparation d'un composé répondant à la seconde formule; enfin, Denzel a préparé le dernier de ces corps.

» Je me suis proposé d'obtenir ces chlorobromures par substitution du brome au chlore dans l'éthylène perchloré $C^2Cl^4$; cette substitution se fait aisément au moyen du bromure d'aluminium, ajouté en quantité convenable à l'éthylène perchloré. La réaction, exigeant une faible élévation de température, doit être faite au bain-marie et dans un gaz inerte. Quand

elle est terminée, on traite avec précaution par l'eau pour détruire le chlorure d'aluminium formé dans la réaction, on filtre à la trompe, puis séparant l'eau de lavage, on sèche le liquide restant sur du chlorure de calcium. On distille ensuite dans le vide pour éviter la décomposition des produits les plus bromés, en recueillant tout d'abord ce qui passe jusqu'à 100°; cette portion peut alors être fractionnée dans l'air sans inconvénient et on en retire successivement :

» 1° Un liquide qui distille de 145°-148° et présente à l'analyse la composition $C^2Cl^3Br$.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Poids de matière 0gr,512 | AgCl + AgBr = 1gr,498<br>AgCl + AgCl = 1gr,393 | Ag {Cl, Br} p. 100 292,6 | Cl p. 100 50,98<br>Br p. 100 36,82 |
| | Calculé pour $C^2Cl^3Br$ | Ag {Cl, Br} p. 100 293,8 | Cl p. 100 50,60<br>Br p. 100 38 |

» Il se solidifie sous l'influence du froid et le solide obtenu fond de — 12° à — 13°; densité 2,02 à 15°. Le brome est sans action sur ce corps à l'obscurité, même à la température de 100°, mais, en présence de la lumière solaire, la combinaison est totale au bout de quelques heures.

» Le composé résultant de cette combinaison est un solide blanc sublimable, sans décomposition dans le vide; cette sublimation commence à se produire à 100° en donnant de petits cristaux prismatiques, mais elle ne devient active que vers 125°. Il fond à 178°-180°, mais avec décomposition partielle et mise en liberté du brome; densité 2,44 à 18°. Ce corps dont la composition est, comme le fait prévoir sa genèse, représentée par la formule $C^2Cl^3Br^3$, n'avait pas encore été obtenu; l'analyse suivante suffit à fixer sa composition :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Poids de matière 0gr,499 | AgCl + AgBr = 1gr,340<br>AgCl + AgCl = 1gr,161 | Ag {Cl, Br} p. 100 268,6 | Cl p. 100 28,95<br>Br p. 100 64,47 |
| | Calculé pour $C^2Cl^3Br^3$ | Ag {Cl, Br} p. 100 268,4 | Cl p. 100 28,74<br>Br p. 100 64,78 |

» 2° Un liquide distillant de 169°-171°, dont la composition, représentée par $C^2Cl^2Br^2$, est justifiée par l'analyse suivante :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Poids de matière 0gr,651 | AgCl + AgBr = 1gr,701<br>AgCl + AgCl = 1gr,477 | Ag {Cl, Br} p. 100 261,3 | Cl p. 100 28,69<br>Br p. 100 61,84 |
| | Calculé pour $C^2Cl^2Br^2$ | Ag {Cl, Br} p. 100 260 | Cl p. 100 27,84<br>Br p. 100 62,74 |

» Ce liquide se solidifie sous l'action du froid en donnant ainsi un corps solide fondant de + 1° à + 2°; densité 2,35 à 15°.

» Comme je l'ai dit précédemment, M. Bourgoin a signalé la préparation d'un corps de même composition en réduisant le chlorobromure

$C^2Cl^4Br^2$ par l'aniline à 100°, ce chlorobromure $C^2Cl^4Br^2$ ayant été obtenu par l'action du chlore sur le bromure d'acétylène $C^2H^2Br^4$. Après réaction de l'aniline, l'auteur recueille ce qui distille jusqu'à 170°; puis, dans une nouvelle distillation il rejette ce qui passe au-dessous de 130° et purifie enfin le corps par solidification dans un mélange de glace et de sel marin, en éliminant la partie restée liquide. L'auteur ne donne malheureusement aucune constante physique caractéristique de son composé et dit seulement que tout est fondu à 0°, tandis que le corps que j'ai obtenu ne se liquéfie pas dans la glace fondante. Rien ne s'oppose d'ailleurs à l'existence de deux combinaisons de même composition, car la théorie permet de prévoir deux corps différents $C^2Cl^2Br^2$, représentés par les schémas suivants :

$$\begin{array}{l} C = Cl^2 \\ \| \\ C = Br^2 \end{array} \qquad \begin{array}{l} C = ClBr \\ \| \\ C = ClBr \end{array}$$

» La fixation de brome sur $C^2Cl^2Br^2$ se produit encore à la lumière solaire, mais elle est beaucoup plus lente que pour $C^2Cl^3Br$; il en résulte un corps solide blanc, sublimable dans le vide sans décomposition vers 150°, fusible avec décomposition de 194°-195°.

» Il présente à l'analyse la composition $C^2Cl^2Br^4$; on a déjà décrit un corps de même composition fondant vers 180°, mais on sait qu'il peut exister deux isomères dérivant des deux schémas précédents.

» L'oxygène ozonisé se fixe directement sur $C^2Cl^2Br^2$ comme sur $C^2Cl^4$, mais plus difficilement; car, bien que le liquide fût maintenu à la température de 50°, une partie de l'ozone échappait à la réaction; l'ozone, dans son action sur $C^2Cl^4$, donnant des quantités notables de $COCl^2$, j'avais espéré obtenir avec $C^2Cl^2Br^2$ un mélange de $COCl^2$ et $COBr^2$ : ces prévisions n'ont pas été confirmées, car, tandis qu'il se dégage bien en effet $COCl^2$, le brome est mis en liberté, et, s'unissant ultérieurement à $C^2Cl^2Br^2$ donne le corps solide $C^2Cl^2Br^4$ que l'on peut séparer en majeure partie du liquide par cristallisation sous l'action du froid. Le liquide restant, d'odeur désagréable rappelant celle du chlorure de trichloracétyle, fume à l'air et contient une fraction distillant vers 150°, mais que je n'ai pu séparer à l'état de pureté; cependant le produit de l'action de l'eau nous renseignera sur sa nature. Une petite quantité d'eau le décompose en effet, avec formation d'un corps solide blanc déliquescent, à réaction acide, sublimable dans le vide sans décomposition; il correspond à la formule $\begin{array}{l} CClBr^2 \\ | \\ CO.OH \end{array}$; il faut donc admettre que le corps dont il dérive est $\begin{array}{l} CClBr^2 \\ | \\ COCl \end{array}$.

Cette réaction est d'ailleurs en tout semblable à celle que l'ozone donne avec $C^2Cl^4$ avec formation de chlorure de trichloracétyle.

» Je rappellerai à cette occasion que Demole (*Comptes rendus* 1878) a pu fixer directement l'oxygène à une température qui ne dépassait pas 55°, sur l'éthylène bibromé $C^2H^2Br^2$ et a obtenu un corps analogue $\begin{matrix} CH^2Br \\ | \\ COBr \end{matrix}$.

» Le présent travail avait pour but principal la préparation des deux produits de substitution $C^2Cl^3Br$ et $C^2Cl^2Br^2$ que je viens de décrire; cependant, on trouve déjà dans la partie liquide ayant distillé dans le vide à 100° une quantité notable du troisième terme de substitution $C^2ClBr^3$, obtenu précédemment par Denzel par la décomposition du corps $C^2HClBr^4$. Il est hors de doute enfin que la substitution totale conduisant à l'éthylène perbromé $C^2Br^4$ puisse s'obtenir en présence d'une quantité suffisante de bromure d'aluminium, mais quand on aura cette préparation en vue, il conviendra d'éviter une élévation trop considérable de température pendant la préparation, car, sans cette précaution, du brome mis en liberté s'unit ultérieurement aux produits de substitution et l'on obtient une masse solide renfermant des chlorobromures correspondant au type $C^2X^6$ et dont la séparation présente des difficultés insurmontables. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur de nouvelles combinaisons organo-métalliques.* Note de M. G. **Périer**, présentée par M. Friedel.

« Dans plusieurs Communications précédentes [1], j'ai montré que le chlorure d'aluminium anhydre se combine avec un certain nombre de corps appartenant à la série aromatique, pour donner des composés de la formule générale $[R]^2Al^2Cl^6$; $[R]$ désignant une acétone, un chlorure d'acide, un éther, etc. Cette propriété s'étend également aux amines, amides et à leurs produits de substitution.

» *Chlorure d'aluminium et acétanilide.* — Lorsqu'on chauffe légèrement un mélange de 2 molécules d'acétanilide et de 1 molécule de chlorure d'aluminium anhydre, récemment préparé, il se produit une réaction violente, donnant naissance à un liquide bien homogène qui, par refroidissement, se prend en une masse jaune translucide. Ce nouveau corps s'est formé sans dégagement sensible d'acide chlorhydrique. Pulvérisé et traité par l'eau, il régénère l'acétanilide en totalité.

---

(1) *Comptes rendus*, 5 juin et 15 mai 1893; 7 juin 1892.

» Si l'on répète la même expérience en présence du sulfure de carbone, après quelque temps d'ébullition à reflux, il se précipite au fond du ballon la même huile jaunâtre qui, dans les conditions nouvelles, se prend par refroidissement en une masse blanche à texture cristalline.

» Ce composé s'altère à l'air, en dégageant de l'acide chlorhydrique; traité par l'eau, il se décompose en acétanilide et chlorure d'aluminium, lentement quand il est en gros fragments, violemment lorsqu'il est pulvérisé.

» Chauffé sous une couche de sulfure de carbone saturé d'acide chlorhydrique, il fond à 40° environ et reste facilement en surfusion. Il est insoluble dans tous les dissolvants qui ne le décomposent pas, tels que sulfure de carbone, tétrachlorure de carbone, ligroïne, chloroforme, etc. L'alcool absolu le dissout sans dépôt d'alumine ni dégagement gazeux, mais en le dissociant, car, par évaporation, il abandonne des cristaux d'acétanilide.

» Si on le décompose par l'eau, on obtient une liqueur qui donne à l'analyse les résultats suivants ;

| | Trouvé. | Calculé pour $(C^8H^9OAz)^2Al^2Cl^6$. |
|---|---|---|
| Chlore | 38,54 | 39,51 |
| Aluminium | 10,96 | 10,22 |

» La différence qui existe entre les chiffres trouvés et les chiffres théoriques s'explique par la facilité avec laquelle le composé se dissocie.

» *Chlorure d'aluminium et butyranilide.* — Si l'on fait agir, dans les mêmes conditions, le chlorure d'aluminium sur la butyranilide en suspension dans le sulfure de carbone, on obtient un composé blanc jaunâtre, solide, d'aspect granulé. Il jouit de propriétés analogues au précédent; décomposé par l'eau, il régénère la butyranilide. L'analyse conduit à la formule $(C^{10}H^{13}OAz)^2Al^2Cl^6$.

» *Chlorure d'aluminium et acétoparatoluidine.* — L'acétoparatoluidine et le chlorure d'aluminium chauffés dans les mêmes conditions que l'acétanilide, donnent naissance à une huile jaunâtre qui, par refroidissement, se prend en une masse blanche analogue au chlorure de calcium fondu.

» Ce composé organo-métallique se dissocie à l'air, avec mise en liberté d'acide chlorhydrique. L'eau le décompose en régénérant l'acétoparatoluidine. Sa formule est $(C^9H^{11}OAz)^2Al^2Cl^6$.

» Les produits de substitution de l'acétoparatoluidine et, en particulier, la métabromoacétoparatoluidine donnent également une combinaison avec le chlorure d'aluminium.

» Le composé organo-métallique de la métabromoacétoparatoluidine est solide, blanc et cristallisé, il se décompose à l'air et répond à la formule $(C^9H^{10}BrOAz)^2Al^2Cl^6$.

» Le perchlorure de fer anhydre se combine également aux amines-amides; toutefois, les combinaisons organo-métalliques s'obtiennent plus difficilement à l'état de pureté. Il est vraisemblable qu'elles répondent aussi à la formule $(R)^2Fe^2Cl^6$ (¹). »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la formation de l'acide succinique et de la glycérine dans la fermentation alcoolique.* Note de M. J. **Effront**, présentée par M. Duclaux.

« M. Pasteur a démontré que, dans toute fermentation alcoolique par les levures, la production de l'alcool est toujours accompagnée de formation de glycérine et d'acide succinique.

» Généralement, 6 pour 100 de sucre, mis à fermenter, échappent à l'équation

$$C^{12}H^{22}O^{11} + H^2O = 4CO^2 + 4CH^3CH^2OH.$$

Il est très probable que la transformation de ces 6 pour 100 de sucre en produits accessoires ou secondaires se fait d'après l'équation suivante :

$$49C^{12}H^{22}O^{11} + 109H^2O = \underbrace{24C^4H^6O^4}_{\text{Acide succinique.}} + \underbrace{144C^3H^5(OH)^3}_{\text{Glycérine.}} + 60CO^2.$$

» Depuis longtemps déjà, je me suis livré à un grand nombre de déterminations de glycérine et d'acide succinique dans les liquides fermentés et j'ai pu constater que la production de la glycérine et de l'acide succinique, quoique s'effectuant toujours, ne se fait pas constamment dans les mêmes rapports.

» La proportion de ces produits accessoires ou secondaires de la fermentation alcoolique varie suivant certaines conditions, elle varie même aux diverses époques de la fermentation. Elle est très faible au début, elle augmente au fur et à mesure que la fermentation s'avance et le maximum de production s'établit dans les dernières phases de la fermentation.

» Il est très facile de vérifier ces assertions; il suffit, pour cela, d'arrêter

(¹) Travail fait au laboratoire de Chimie de la Faculté des Sciences de Caen.

la fermentation à différents stades de son évolution et de pratiquer l'analyse des moûts.

» La détermination de la glycérine et de l'acide succinique dans des moûts fermentés avec de la levure accoutumée à l'acide fluorhydrique m'a donné pour 100 de sucre disparu les chiffres suivants (moyennes) :

| | Après | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 24 heures. | 48 heures. | 72 heures. | 96 heures. |
| Glycérine............. | 0,1503 | 0,3508 | 0,3992 | 0,91 |
| Acide succinique...... | 0,02541 | 0,04755 | 0,06759 | 0,0924 |

» Les quantités maxima de glycérine et d'acide succinique se forment donc entre les 72e et les 96e heures, c'est-à-dire quand le pouvoir ferment de la levure est presque épuisé par suite du manque de matières nutritives.

» Il y a donc tout lieu de croire que la formation de ces produits est due à l'état d'affaiblissement de la levure à ce moment.

» Au commencement de la fermentation quand la levure se trouve dans un milieu où elle trouve amplement les matières nutritives nécessaires à son développement, elle possède une énergie plus grande et les produits accessoires se forment en proportions bien moins grandes.

» Cette différence d'action de la levure au commencement et à la fin de la fermentation, suivant qu'elle est douée de toute son énergie fermentative ou suivant qu'elle a perdu celle-ci en grande partie, faute d'éléments nutritifs, corrobore les observations que j'ai faites avec les levures accoutumées aux composés fluorés. Ces derniers, en effet, exaltent la levure, augmentent son énergie fermentative; et par le fait même, à la fin de la fermentation, ils la placent dans des conditions similaires à celles dans lesquelles se trouvent les levures non accoutumées au commencement de la fermentation dans une fermentation alcoolique conduite avec de la levure ordinaire. »

CHIMIE AGRICOLE. — *De l'influence des chlorures sur la nitrification.* Note de MM. **J. Crochetelle** et **J. Dumont**, présentée par M. Dehérain.

« Les expériences que nous avons déjà exécutées ([1]) sur l'influence qu'exercent les sels de potasse sur la nitrification nous ont montré que

([1]) *Comptes rendus*, t. CXVII, p. 670; t. CXVIII, p. 604.

si le carbonate et le sulfate de potasse étaient efficaces, il n'en était plus de même pour le chlorure de potassium.

» M. Schlœsing a reconnu du reste, depuis longtemps, que ce sel est sans action.

» Quand, cependant, on verse une dissolution de chlorure de potassium sur un sol qui n'est pas dépourvu de calcaire, on reconnaît que les eaux d'égouttage renferment du chlorure de calcium, ce qui implique la formation du carbonate de potasse dont nous avons constaté l'influence favorable; nous avons pensé que si cette action n'était pas manifeste après l'emploi du chlorure de potassium, c'était, sans doute, parce que le chlorure de calcium formé en même temps que le carbonate de potasse avait une influence nuisible.

» Les expériences suivantes démontrent la justesse de cette hypothèse.

*Azote nitrifié, en vingt jours, dans 1000gr de terre ayant reçu différentes doses de chlorure de calcium.*

| Chlorure de calcium pour 1000gr. | Azote nitrique en milligrammes. |
|---|---|
| gr | |
| 0,00 | 29,2 |
| 0,25 | 16,0 |
| 0,50 | 15,9 |
| 1,00 | 13,8 |
| 1,50 | 13,3 |
| 2,00 | 11,8 |
| 5,00 | 11,9 |
| 8,00 | 11,3 |
| 10,00 | 11,0 |

» Ce point étant acquis, nous avons eu l'idée de débarrasser la terre, par une pluie artificielle, de la présence du chlorure de calcium provenant de la réaction des chlorures alcalins sur le calcaire.

» Si, en effet, l'influence retardatrice du chlorure de calcium est bien la cause du peu d'action du chlorure de potassium, nous devions trouver que les terres ainsi débarrassées d'une matière nuisible devaient former plus de nitrates que celles dans lesquelles le chlorure de calcium était resté. On sait combien ce corps est soluble : en faisant passer, au travers d'un échantillon de 100gr de terre, assez d'eau pour recueillir 50cc, on enlève la majeure partie de ce sel.

» En mettant en comparaison des terres ayant reçu les mêmes doses de

chlorure de potassium ou de sodium, lavées ou non, nous avons obtenu les nombres suivants :

*Azote nitrique, en milligrammes, obtenu en vingt jours dans 1000$^{gr}$ de terre.*

| Doses pour 1000$^{gr}$. | Chlorure de potassium | | Chlorure de sodium | |
|---|---|---|---|---|
| | lavé. | non lavé. | lavé. | non lavé. |
| | mgr | mgr | mgr | mgr |
| 0 | 35,5 | 35,5 | 33,1 | 33,1 |
| 0,25 | 43,5 | 35,2 | 35,2 | 19,5 |
| 0,50 | 69,3 | 33,6 | 52,3 | 18,2 |
| 1,00 | 57,3 | 21,4 | 54,8 | 17,0 |
| 1,50 | 55,5 | 19,5 | 50,4 | 14,5 |
| 2,00 | 54,2 | 15,7 | 45,0 | 15,7 |
| 5,00 | 50,4 | 14,5 | 39,0 | 16,3 |
| 8,00 | 32,2 | 13,9 | 35,2 | 15,7 |
| 10,00 | 30,1 | 12,4 | 32,1 | 10,1 |

» Ainsi, la terre qui a reçu du chlorure de potassium à la dose de 0$^{gr}$,50 par kilogramme nitrifie deux fois mieux que la terre normale pourvu qu'elle ait été débarrassée du chlorure de calcium par un lavage; ceci explique les actions très différentes d'une année à l'autre qu'exercent les chlorures sur l'abondance des récoltes : pendant les années pluvieuses ils sont favorables, tandis que leur effet est nul ou franchement nuisible pendant les années sèches.

» De 1 à 5 millièmes le chlorure de potassium exerce une action favorable, mais aussitôt que les doses augmentent la quantité de nitrates formés diminue.

» Le chlorure de sodium à la dose de $\frac{1}{1000}$ provoque une nitrification semblable à celle du chlorure de potassium, et il est facile d'en comprendre la raison : le sel marin se transforme en effet dans le sol non seulement en chlorure de calcium et en carbonate de soude, mais il se dédouble aussi dans les terres riches en potasse pour former du chlorure de potassium.

» Nous rappellerons la curieuse expérience de M. Dehérain qui, ayant semé des haricots dans des pots à fleurs, et les ayant fait périr en les arrosant avec des dissolutions de sel marin, reconnut à l'analyse des cendres que les plantes n'avaient pas absorbé de chlorure de sodium, mais étaient mortes d'une pléthore de chlorure de potassium. On conçoit, par suite, que le chlorure de sodium, en se transformant dans le sol en chlorure de

potassium, exerce une action analogue à celle du chlorure de potassium directement ajouté.

» L'efficacité du chlorure de potassium pour provoquer la nitrification est bien due à sa transformation en carbonate de potasse sous l'influence du calcaire, car son action est nulle dans les terres dépourvues de carbonate de chaux. »

ZOOLOGIE. — *Un nouveau cas de commensalisme : association de Vers du genre* Aspidosiphon *avec des Polypes madréporaires et un Mollusque bivalve.* Note de M. **E.-L. Bouvier**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Dans leur *Monographie des Turbinolides* publiée en 1848, Milne-Edwards et Jules Haime ont signalé l'association de Mollusques gastéropodes avec des Polypes madréporaires qu'ils ont rangés plus tard (*Histoire naturelle des Coralliaires*, t. II, p. 51, 1857 et t. III, p. 63, 1860) dans les genres *Heterocyathus*, *Heteropsammia* et *Stephanoseris*. Ce phénomène de commensalisme a également attiré l'attention de Deshayes (*Catalogue des Mollusques de l'île de la Réunion*, p. 65, 1863) qui a considéré les commensaux des Polypes comme des Gastéropodes à tours disjoints et qui a formé pour eux, dans la famille des Vermétides, le genre *Cryptobia*. Deshayes a exactement décrit les perforations respiratoires qui traversent le squelette des Polypes pour aboutir au corps de leur hôte; il a observé en outre que la coquille du Mollusque persiste jusqu'à l'orifice externe dans les *Heteropsammia*, mais non dans les *Heterocyathus*, que ses tours disjoints n'ont pas la surface lisse et brillante de ceux qui sont restés contigus, enfin qu'il y a lieu d'attribuer cette différence à une « dissolution progressive de la matière du polypier dont le Mollusque aurait comblé les porosités. »

» Grâce aux riches matériaux que M. le Dr Jousseaume a recueillis à Aden, et qu'il m'a très obligeamment communiqués, j'ai pu reprendre cette étude et je suis arrivé aux curieux résultats suivants :

» Les Polypes des genres *Heterocyathus* et *Heteropsammia* se fixent, probablement au sortir de la vie embryonnaire, sur des coquilles *vides*, mais toujours très petites, de *divers* Gastéropodes; aussitôt fixés, ils reçoivent pour commensaux de jeunes Géphyriens du genre *Aspidosiphon* qui se logent dans la cavité de la coquille et s'enroulent en spirale comme elle. Les deux commensaux se développent ensuite simultanément; le Polype enva-

hissant de plus en plus la coquille qu'il recouvre complètement et qu'il finit par déborder; le ver croissant de son côté sous la forme d'une spirale à tours disjoints et provoquant, dans le tissu calcaire du Polype, une cavité de même forme qui prolonge celle de la coquille et qui s'ouvre au dehors par un orifice arrondi.

» En même temps que croissent le Polype et son hôte, celui-ci *sécrète un tube* qui prolonge celui de la coquille, mais qui en diffère par son épaisseur plus faible, par son union intime avec le tissu du polypier, ainsi que par l'aspect de sa surface interne qui n'est ni lisse, ni brillante comme celle de la coquille; dans les *Heteropsammia,* le tube ainsi formé atteint le plus souvent l'orifice externe; il se développe, au contraire, plus lentement et n'atteint pas cet orifice dans les *Heterocyathus*. Pour se maintenir en relation directe avec le milieu respirable, le ver dissout, suivant certaines lignes normales à sa surface, les éléments calcaires environnants, et donne naissance de la sorte à des perforations linéaires qui servent à l'entrée et à la sortie de l'eau ambiante. La formation de ces sortes d'évents est due, sans doute, à l'action dissolvante qu'exerce sur le calcaire la sécrétion de certaines glandes cutanées.

» Les vers commensaux des Polypes sont munis d'une longue trompe protractile et de deux boucliers solides formés par la juxtaposition de pièces cornées. La trompe se termine par une couronne péribuccale de courts tentacules et présente à sa surface de nombreuses rangées transversales de crochets à une pointe; c'est un organe de préhension dont l'animal se sert pour capturer sa proie; mais elle sert aussi, grâce à ses crochets, à la locomotion des deux commensaux, car M. Jousseaume a vu le ver la projeter au dehors, l'appliquer sur le fond comme pour y trouver un point d'appui, et la contracter ensuite de manière à entraîner le Polype. Les boucliers sont au nombre de deux, comme dans toutes les espèces du genre *Aspidosiphon;* le premier est sillonné de stries transversales en avant, de stries longitudinales en arrière, il est situé près de l'anus et à la base de la trompe; le second occupe l'extrémité postérieure du ver et a la forme d'un cercle sillonné par des rayons. Je ne sais quel est le rôle de ce dernier, mais le bouclier anal ferme l'orifice du tube quand l'animal est rétracté, et joue par conséquent, le rôle d'opercule protecteur.

» Ces vers appartiennent à deux espèces nouvelles dont l'une habite les *Heteropsammia,* l'autre les *Heterocyathus*. La première se rapproche beaucoup de l'*Aspidosiphon mirabilis* Théel, des mers de Suède, mais elle en diffère par son habitat, par la forme de ses néphridies et par le nombre des

tours du tube digestif; la seconde est voisine d'une espèce malaisienne, l'*A. ravus* Sluiter, dont elle se distingue aisément par les sillons de ses boucliers. Deshayes ayant proposé, pour les Gastéropodes qu'il croyait commensaux des deux Polypes, les noms de *Cryptobia heteropsammiarum* et de *C. Michelini*, il sera bon d'attribuer au Géphyrien des *Heteropsammia* le nom d'*A. heteropsammiarum* et à celui des *Heterocyathus* le nom d'*A. Michelini*.

» Le commensalisme des Aspidosiphons se complique, au moins chez l'*A. Michelini*, par la présence des jeunes d'un très petit Mollusque lamellibranche (la *Kellia Deshayesi*, s. p. nov. de M. Jousseaume) qui vient se loger dans la cavité habitée par le Ver et qui se niche dans des dépressions à la surface de ce dernier; quand les commensaux sont adultes, ces bivalves sont au nombre de douze environ. Ils trouvent leur subsistance dans le courant d'eau qu'amènent, à l'intérieur de la cavité spirale, les perforations linéaires des Polypes.

En résumé : 1° les *Heteropsammia* et les *Heterocyathus* ont pour commensaux un Ver du genre *Aspidosiphon* et non un Gastéropode; 2° chaque Polype a son espèce particulière et se développe avec elle; 3° les coquilles sur lesquelles se fixent les Polypes sont quelconques et ne sauraient former un genre distinct; 4° le tube rugueux qui leur fait suite n'appartient pas à leur substance, mais est formé par le Ver; 5° l'association du Ver et du Polype se complique, au moins chez les *Heterocyathus*, par la présence d'un troisième commensal qui est un Mollusque bivalve.

» Abstraction faite de ce dernier animal, le commensalisme des Aspidosiphons avec des Polypes rappelle à tous égards celui du *Parapagurus pilosimanus* avec les colonies d'Epizoanthe (1). »

ANATOMIE. — *Transformation des arcs aortiques chez la Grenouille.* Note de M. S. **Jourdain**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Au cours des recherches que depuis plusieurs années je poursuis sur les Grenouilles, j'ai eu l'occasion d'étudier, à l'aide des injections, les transformations que subissent les gros vaisseaux, issus du bulbe aortique, lors du passage de la vie aquatique à la vie aérienne. Les résultats de mes observations diffèrent à tel point de ceux qui sont consignés dans les traités de Zootomie, que je me suis décidé à en entretenir l'Académie.

(1) Travail fait au laboratoire de M. le professeur Edmond Perrier.

» On sait que chez le Têtard de Grenouille, les branchies sont au nombre de quatre. La quatrième, celle qui est placée en arrière, est notablement moins développée que les trois autres.

» Pour rendre ma description plus intelligible, je dois modifier, à certains égards, la terminologie adoptée. Je nomme *crosses bulbaires* les gros vaisseaux, au nombre de quatre, qui apportent le sang noir aux branchies; *vaisseaux hypobranchiaux* la portion subdivisée de chacune de ces crosses qui se distribue aux branchies, et *vaisseaux épibranchiaux* celle qui rapporte le sang hématisé à l'origine des artères nées de ces épibranchiaux. Ces artères sont, pour le premier arc, les carotico-linguales; pour le deuxième, l'aorte; pour les troisième et quatrième la cutanée respiratoire et la pulmonaire.

» Les vaisseaux épibranchiaux sont, de chaque côté, reliés les uns aux autres, à peu de distance de leur émergence de la branchie, par des rameaux anastomotiques dirigés longitudinalement et que je nomme *rameaux connectifs*.

» Enfin il est important de noter la présence d'un réseau anastomotique court et large, que je désignerai sous le nom d'*interbranchial*, qui établit une communication de plus en plus libre entre les hypo et les épibranchiales vers le point où ces dernières sortent de la branchie.

» D'une manière générale, la constitution du type circulatoire définitif est réalisée par l'abouchement direct des crosses bulbaires avec l'origine des artères issues des épibranchiales, par l'intermédiaire des interbranchiales, et la disparition de tout le système circulatoire branchial avec la branchie elle-même.

» Voyons maintenant comment les choses se passent pour chacun des arcs branchiaux.

» *Premier arc.* — Le court lacis vasculaire qui représente l'interbranchiale établit une communication directe entre la première crosse bulbaire et la carotico-linguale, qui en forme alors la terminaison. L'interbranchiale devient la glande carotidienne. La connective 1 à 2 disparaît.

» *Deuxième arc.* — Une anastomose à plein canal se forme, au moyen de l'interbranchiale, entre la deuxième crosse bulbaire et l'origine de l'aorte. La connective 2 à 3 s'atrophie.

» *Troisième et quatrième arcs.* — Pour ces arcs, la transformation est plus complexe.

» Par l'intermédiaire de l'interbranchiale 3 et de la connective 3 à 4, qui subsiste, la troisième crosse bulbaire se continue avec le vaisseau affé-

rent du poumon ou artère pulmonaire, dont l'origine principale est l'épibranchiale du quatrième arc.

» La quatrième crosse bulbaire, qui n'est qu'une subdivision de la troisième, devient inutile et s'atrophie.

» L'artère pulmonaire de l'adulte constituée par les divers tronçons que je viens d'énumérer (crosse bulbaire 3, interbranchiale 3, connective 3 à 4) donne naissance, au niveau de la troisième branchie, à un vaisseau qu'on peut rapporter à l'épibranchiale de cette branchie, et qui forme cette branche si intéressante de l'artère pulmonaire qu'on nomme *cutanée respiratoire*.

» Lorsque le sac pulmonaire commence à s'organiser, il reçoit un vaisseau alimenté par l'épibranchiale du quatrième arc et aussi par la connective 3 à 4. Il résulte de cette disposition que ce vaisseau du poumon, qui n'est autre chose que l'artère pulmonaire, reçoit du sang *déjà hématosé*, mélangé d'une petite quantité de sang noir provenant des anastomoses interbranchiales. C'est qu'en effet, au début, cette artère est un vaisseau nourricier assimilable aux autres artères.

» Vers le terme de la vie larvaire, lorsque le poumon fonctionne comme organe de respiration, l'artère conserve son rôle de nourricière, mais, en outre, le sang qu'elle contient se surhématose et les veines pulmonaires rapportent au cœur du sang rouge pur.

» Chez l'adulte enfin, l'artère pulmonaire charrie du sang noir presque pur commençant à réaliser les conditions circulatoires des Vertébrés à ventricules séparés. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la respiration des feuilles*. Note de M. L. **Maquenne**, présentée par M. Dehérain.

« Dans l'acte de la respiration normale, l'absorption d'oxygène et le dégagement d'acide carbonique ont lieu simultanément; l'analyse de l'air modifié par le séjour d'un organe végétal ne donne par suite que la résultante de ces deux actions et il est impossible, par l'analyse seule de l'atmosphère modifiée par le séjour d'une plante, de savoir si l'acide carbonique dégagé provient, comme dans la fermentation, du dédoublement d'une matière préalablement oxydée, ou s'il résulte de la combustion pure et simple de quelque principe directement oxydable à l'air, que la plante élaborerait d'une manière continue. Dans le premier cas, l'absorption d'oxy-

gène serait en quelque sorte indépendante de la production d'acide carbonique; dans le second, les échanges gazeux seraient, au contraire, en relation intime et réellement simultanés.

» Le phénomène bien connu de la respiration intracellulaire, qui s'accomplit même à l'abri de l'oxygène, dans le vide ou dans une atmosphère inerte, pourrait être invoqué en faveur de la première hypothèse; cependant on sait que le dégagement d'acide carbonique est alors beaucoup moins considérable qu'à l'ordinaire et que sa production est accompagnée de celle d'une petite quantité d'alcool; ce dernier, d'après M. Müntz (1), étant anormal, on peut admettre qu'il en est de même pour l'acide carbonique, d'où il résulte que la respiration intracellulaire peut n'être que la conséquence du changement de milieu.

» Il m'a semblé qu'en étudiant de plus près la vie d'une plante privée d'air, on pourrait peut être éclairer davantage le mécanisme de la respiration : si, en effet, conformément à notre seconde hypothèse, la cellule vivante sécrète constamment un produit combustible qui, par simple exposition à l'air, s'oxyde et dégage de l'acide carbonique, ce produit doit s'y accumuler si on la soustrait systématiquement à l'action de l'oxygène, et plus tard, si on la replace dans l'air, sa respiration doit en être accrue d'autant.

» Pour vérifier cette manière de voir, j'ai comparé la respiration de différentes espèces de feuilles à l'état normal et après un séjour de quelques heures dans le vide de la trompe à mercure; pour éviter toute erreur provenant de l'individualité des sujets mis en expérience, les feuilles étaient prises toujours sur la même plante, choisies dans les deux cas de même poids et autant que possible de même âge.

» Les gaz ont été extraits à la trompe, suivant la méthode que nous avons déjà employée, M. Dehérain et moi (2); les mesures et les analyses ont été faites dans l'eudiomètre de M. Schlœsing, faisant office de voluménomètre.

» J'ai ainsi reconnu, comme je l'avais supposé *a priori*, que, dans tous les cas où la plante résiste à l'action du vide, sans subir d'altération appréciable, elle dégage ensuite, dans l'air, une plus grande quantité d'acide carbonique que la même plante, prise à l'état normal. Les nombres qui suivent ne sauraient laisser aucun doute à cet égard : ils sont tous relatifs

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXVI, p. 49.
(2) *Comptes rendus*, t. C, p. 1234.

à des feuilles détachées de leur tige; la durée de séjour dans le vide a été uniformément de quatre heures et l'on a eu soin au début de chaque expérience, avant de replacer les feuilles dans l'air, d'extraire tout l'acide carbonique que celles-ci avaient dégagé par suite de leur respiration intracellulaire.

| Désignation des feuilles. | Poids des feuilles. | Température. | $CO^2$ dégagé en quatre heures dans le vide. | $CO^2$ dégagé en une heure dans l'air. État normal. | Après vide. |
|---|---|---|---|---|---|
| | gr | o | cc | cc | cc |
| Fusain du Japon ... | 3,05 | 16 | 1,4 | 0,66 | 1,06 |
| Id. ... | 3,25 | 14 | 1,2 | 0,61 | 0,89 |
| Id. ... | 3,50 | 14 | 1,1 | 0,73 | 1,01 |
| Id. ... | 4,30 | 20 | 1,7 | 1,48 | 1,90 |
| Id. ... | 4,65 | 14 | 1,2 | 0,66 | 1,07 |
| Lilas ............ | 4,55 | 18 | 2,5 | 1,39 | 2,02 |
| Id. ............ | 2,95 | 21 | 2,0 | 0,80 | 1,51 |
| Id. ............ | 3,80 | 21 | 2,5 | 1,07 | 1,96 |
| Giroflée.......... | 3,70 | 18 | 1,9 | 1,22 | 2,43 |
| » .......... | 3,75 | 20 | 2,0 | 1,87 | 2,76 |
| Aster............ | 3,20 | 20 | 1,9 | 1,52 | 2,47 |
| Buis ............ | 4,00 | 20 | 2,0 | 1,34 | 1,54 |

» Il est utile de faire observer que certaines feuilles particulièrement délicates, comme celles du blé, de la luzerne ou de la pomme de terre, ne supportent pas impunément un séjour quelque peu prolongé dans le vide; après quelques heures on les voit se flétrir, changer de teinte et finalement prendre une odeur spéciale qui indique une modification profonde de leurs tissus; dans ces circonstances il est clair que l'étude ultérieure de la respiration dans l'air ne peut plus conduire à aucun résultat intéressant et qu'il nous faut renoncer à l'emploi de cette méthode pour les espèces végétales très sensibles.

» D'ailleurs on observe généralement, dans ces cas particuliers, l'inverse de ce que montrent les espèces plus résistantes : la diminution du volume d'acide carbonique produit est alors corrélative de l'affaiblissement des fonctions vitales et ne saurait s'expliquer d'une autre manière.

» Le phénomène que nous venons de signaler n'est pas le seul qui résulte du séjour préalable de la plante dans le vide; l'absorption d'oxygène qui se produit ensuite est influencée de la même manière et nous aurons prochainement l'occasion d'y revenir en étudiant les variations du rapport $\frac{CO^2}{O}$ consécutives à la privation momentanée d'air. »

BOTANIQUE. — *Mécanisme des mouvements provoqués du* Berberis. Note de M. **Gustave Chauveaud**, présentée par M. Duchartre.

« On sait depuis longtemps qu'il suffit de toucher légèrement la face interne du filet staminal du *Berberis,* pour le voir s'infléchir brusquement et venir appliquer son anthère sur le pistil. Mais le mécanisme de ce mouvement était demeuré inconnu jusqu'ici (¹). Plusieurs tentatives, il est vrai, ont été faites pour appliquer au *Berberis* la théorie proposée pour la Sensitive, par exemple, dans laquelle l'expulsion et l'afflux de l'eau jouent un rôle important. C'est ainsi que Pfeffer, pour tourner la difficulté résultant de l'absence de méats (²) dans le tissu irritable du *Berberis,* indique la présence d'une « substance intercellulaire », susceptible de se gonfler beaucoup et de faciliter par cette propriété le transport de l'eau expulsée des cellules irritées. Il déclare même qu'il a pu observer l'expulsion d'une gouttelette d'eau lors de la contraction d'une étamine qu'il avait sectionnée transversalement (³).

» Je vais essayer de montrer que ce rôle attribué à l'eau n'existe pas et que c'est par un mécanisme fort simple que s'effectue le mouvement du *Berberis.*

» En plaçant une étamine coupée à sa base dans un endroit sec, on peut, après son redressement, provoquer chez elle une nouvelle flexion, puis, après son retour à l'état de repos, un autre mouvement, et ainsi de suite, comme cela, pendant un certain temps. Or, si chaque contraction s'accompagnait réellement d'une expulsion d'eau, comme le dit Pfeffer, le second mouvement déjà serait rendu impossible, puisque l'étamine placée dans l'air sec est séparée du corps de la plante, par conséquent dans des conditions telles qu'elle ne peut réparer aucune perte d'eau. Cette expérience prouve donc la non-intervention de l'eau.

» Étudions maintenant la structure anatomique.

» Le filet du *Berberis* (⁴) présente, en dedans du faisceau libéro-ligneux,

---

(¹) Van Tieghem, *Traité de Botanique,* 2ᵉ édit., p. 435.

(²) D'après Unger, *Anatomie,* p. 419; 1855.

(³) W. Pfeffer, *Physiolog. Untersuch.,* p. 158; 1873.

(⁴) J'ai en vue spécialement le *Berberis aristata,* mais j'ai constaté sur les espèces citées par les auteurs les divergences que je signalerai.

un tissu spécial qui occupe environ les deux tiers de sa section transversale et les deux tiers de sa longueur. Ce tissu est formé de cellules étroites, allongées, serrées les unes contre les autres, mais laissant toutefois entre elles, surtout vers leurs extrémités, de petits méats.

» Les parois transversales de ces cellules sont minces; leurs parois longitudinales, au contraire, sont épaisses, mais demeurent cellulosiques et présentent de nombreux amincissements. Ces amincissements disposés suivant des lignes transversales, en même temps qu'ils facilitent les échanges rapides entre les cellules, constituent la disposition mécanique la plus favorable à la flexion dans le sens de la longueur (1).

» Ce tissu élastique est revêtu d'une assise qui continue l'épiderme sur la face interne et sur les faces latérales du filet, mais qui présente avec lui des différences profondes tant dans la forme que dans le contenu de ses cellules. Celles-ci sont arrondies par leur face libre et leurs parois sont très minces, sauf la paroi profonde qui est notablement épaissie. Leur contenu, beaucoup plus opaque que celui des autres cellules épidermiques, possède des propriétés tout à fait spéciales. C'est, en effet, cette assise superficielle ou épidermique, circonscrite aux faces interne et latérales de la région moyenne du filet, qui constitue l'élément essentiellement actif de cet organe. Le tissu sous-jacent lui prête son élasticité et sa souplesse. Quant aux autres parties du filet : faisceau libéro-ligneux et parenchyme de la face externe, elles sont tout à fait passives dans le mouvement qu'elles exécutent (2).

» A l'état de repos, le protoplasma de chaque cellule de l'assise motrice se montre condensé en une bande épaisse appliquée sur le fond de la cellule. Sous l'influence d'une irritation mécanique physique ou chimique, du plus petit choc, par exemple, ce protoplasma réagit : la bande se détend subitement, se courbe en arc et, tandis que ses bords tirent sur les parois transversales, son milieu convexe presse contre la paroi externe qui se bombe encore davantage, de telle sorte que la cellule se raccourcit et aug-

(1) Cette disposition anatomique qui me paraît caractéristique du *tissu irritable* des végétaux ne semble pas avoir été indiquée par les auteurs.

Par contre, on ne constate point la présence de la « substance intercellulaire », dont parle Pfeffer (*loc. cit.*, p. 158).

(2) On ne constate au repos, contrairement à l'opinion de Snetzler (voir *Sur le Berberis*, in *Bull. de la Soc. vaudoise des Sc. nat.*, t. X, 1869; p. 13), aucune différence de tension entre les divers tissus et je n'ai pu observer aucun retrait de l'épiderme qui mettrait à nu la base de l'étamine qu'on vient de couper.

mente d'épaisseur. L'ensemble des cellules motrices constitue une lame située, ainsi que nous venons de le voir, du côté interne du filet dans sa région moyenne; leur déformation entraîne une déformation de la lame qui s'incurve vers l'intérieur de la fleur entraînant dans son mouvement l'étamine tout entière. La déformation est très grande, mais le changement de volume est faible et la nature du tissu sous-jacent avec ses petits méats pleins d'air suffit à l'expliquer.

» Ainsi, la région sensible de l'étamine, non seulement correspond à la région motrice, mais encore se confond avec elle, puisque c'est l'assise superficielle qui possède cette double propriété. On comprend facilement dès lors pourquoi un léger attouchement produit sur l'épiderme de cette région provoque immédiatement une réaction très vive, tandis que sur un point voisin il peut n'éveiller aucune action.

» Les mouvements de contractilité des cellules motrices sont très rapides; ils exigent, d'autre part, pour se manifester, l'intégrité complète de la cellule, aussi sont-ils peu faciles à suivre dans toutes leurs phases. Toutefois il est possible d'arriver à saisir les phases extrêmes de leur évolution. On y parvient en employant comme fixatif l'acide osmique sous différents états. Alors, à *l'état de repos*, on voit le protoplasma former une bande colorée en noir foncé, appliquée contre le fond de chaque cellule motrice. Sur une coupe longitudinale du filet, l'ensemble de ces bandes noires situées bout à bout donne un ruban sensiblement rectiligne dont la coloration s'atténue peu à peu vers ses extrémités qui correspondent aux limites de la région sensible. A *l'état de tension*, au contraire, la bande se détache dans chaque cellule motrice sous forme d'un arc noir et l'ensemble de ces arcs donne, sur la coupe longitudinale, un long ruban ondulé dont la forme générale dessine une courbe très accentuée. Dans l'un et l'autre cas, ces deux bandes se détachent fortement par leur coloration noire sur le reste de la coupe qui est incolore.

» Ces deux aspects sont représentés par les photographies que je soumets à l'Académie. Ces photographies, ayant été obtenues directement sans coloration préalable des autres tissus, ne montrent pas les détails de structure de ces derniers, mais elles mettent en évidence les modifications essentielles de l'organe moteur du *Berberis*. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *La brûlure des feuilles de la Vigne produite par l'*Exobasidium Vitis. Note de MM. **Prillieux** et **Delacroix**, présentée par M. Duchartre.

« Depuis quelques semaines, nous recevons au Laboratoire de Pathologie végétale, de régions viticoles diverses, des feuilles de Vigne présentant des altérations généralement désignées sous le nom de *Rougeot* ou de *Brûlure*.

» Les feuilles atteintes de cette maladie, qui cause aux vignerons une certaine inquiétude, présentent une apparence assez caractéristique. Leur coloration se modifie; elles prennent une nuance livide qui par le dessèchement devient fauve surtout sur le bord. En même temps, se marquent sur le limbe des places qui se colorent en rouge pourpre; elles modifient à peine, au début, le ton vert de la feuille, mais leur coloration devient de plus en plus intense en même temps que leur surface grandit et souvent on voit toute la portion marginale desséchée et jaunâtre, tandis que la partie centrale du limbe encore vivante se colore en rose.

» Sur les portions tuées, on voit apparaître des sortes d'efflorescences blanches, concrètes, ressemblant à une fine poussière de plâtre ou de craie, formant çà et là de petits amas plus épais et d'un blanc plus mat. Elles sont produites par les filaments fructifères d'un parasite qui, en sortant par touffes du tissu de la feuille malade, répandent autour d'eux des myriades de spores.

» Nous avons reçu de pareils échantillons du Bordelais, de la Charente et du Beaujolais. Sur tous, nous avons constaté la présence du même parasite qui nous paraît ne pas différer de celui que MM. Viala et Boyer ont observé en 1891 sur des grains de raisin récoltés à Beaune et conservés dans l'alcool dans les collections de l'École d'Agriculture de Montpellier et qu'ils ont décrit sous le nom d'*Aureobasidium Vitis*.

» Le mycélium légèrement jaunâtre est cloisonné, assez lâche et à peine agrégé; ses ramifications ultimes très grêles, qui s'insinuent entre les cellules, sont hyalines. Par places il crève l'épiderme et émet des touffes de filaments les uns stériles et s'allongeant à la surface de la feuille, les autres fertiles. Ces derniers se renflent le plus fréquemment en massue à leur extrémité et deviennent de véritables basides qui portent un nombre variable de spores à l'extrémité de très courts stérigmates; parfois cepen-

dant, tout en produisant des spores à son extrémité, le filament fructifère reste cylindrique. Le plus souvent la baside termine le filament mycélien, mais elle peut aussi être latérale et se former à l'extrémité d'une courte ramification. Parfois un rameau devient baside, tandis que le filament principal reste stérile et s'allonge. Il y a des filaments grêles et peu cloisonnés qui se terminent en basides; il y en a d'autres plus gros, formés d'éléments courts, à parois plus épaisses, d'apparence toruloïde, qui sont souvent stériles, mais qui, dans certains cas, produisent des rameaux latéraux se renflant en basides ou donnent des spores sur leur dernier article.

» Les basides sont toujours hyalines, à plasma granuleux fortement guttulé. Leur largeur varie ordinairement entre 8 μ et 10 μ. L'insertion des spores est le plus souvent terminale sur la baside; parfois, cependant, elle descend un peu sur le côté pour une ou plusieurs spores.

» Le nombre des spores sur chaque baside varie de 2 à 9. Il est toujours plus considérable sur les basides terminales; sur les latérales, on n'en voit souvent que 2 ou 3.

» Les spores sont tout à fait hyalines, droites, rarement un peu arquées, tantôt ovoïdes, tantôt cylindriques, atténuées aux deux bouts. Leur forme et leur taille sont très variables; leurs dimensions oscillent en général entre 12 μ et 16 μ de long pour une longueur de 4 μ à 6,5 μ. Elles germent en bourgeonnant à la façon des levures. Il se forme dans leur plasma des vacuoles qui le séparent souvent en plusieurs masses, mais il ne s'y produit pas de cloisons. Aux deux pôles de la spore se montrent des bourgeons, uniques la plupart du temps, quelquefois au nombre de deux susceptibles de proliférer en donnant un court chapelet.

» Cette espèce ne nous paraît pas offrir de caractères essentiels qui permettent de la séparer du genre *Exobasidium*. Si l'irrégularité de forme des basides et les spores subsessiles l'éloignent un peu du type *Exobasidium,* elle s'en rapproche beaucoup par le nombre considérable et en même temps variable des spores naissant sur des basides disposées en touffes et aussi par le mode de germination de ces spores qui est le même que celui des *Exobasidium,* avec cette légère différence qu'elles ne se cloisonnent pas en germant; il est fort différent de celui des Hypochnées auxquelles MM. Viala et Boyer ont rattaché leur genre *Aureobasidium* et dans lesquelles en outre les basides sont régulières et portent deux ou quatre stérigmates.

» Ce parasite, produisant la brûlure des feuilles de la Vigne en mai et juin et attaquant les raisins en automne, doit donc, selon nous, être rap-

porté au genre *Exobasidium* sous le nom d'*Exobasidium Vitis*. Nous ne connaissons pas encore exactement l'intensité des dégâts qu'il cause cette année dans les vignes. Un de nos correspondants, M. Cheysson, nous assure qu'à Chiroubles, dans le Beaujolais, il a produit, au dire des vignerons, autant de mal qu'une grêle.

» La maladie ne paraît pas avoir été arrêtée par les traitements cupriques, mais peut-être ont-ils été effectués trop tardivement. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur une nouvelle maladie du Blé causée par une Chytridinée.* Note de M. **A. Prunet**, présentée par M. Duchartre.

« Dans certaines régions de divers départements du Sud-Ouest, la Haute-Garonne, le Gers, le Tarn, etc., le Blé se montre actuellement atteint d'une maladie déjà redoutable par les effets qu'elle a produits, mais dont on ne pourra mesurer toute la gravité qu'à l'époque de la moisson.

» La maladie est caractérisée par un arrêt de croissance suivi, après un temps variable, d'un jaunissement et d'une dessiccation progressive des feuilles d'abord, puis de la plante entière survenant à divers stades de l'évolution du Blé; de telle sorte que, dans un même champ, on peut trouver des chaumes malades ou morts de $0^m,10$ à $0^m,12$ de hauteur et d'autres ayant presque atteint la taille normale. Les chaumes jaunis ou desséchés et plus ou moins rabougris forment dans les emblavures des taches qui s'accroissent de plus en plus et prennent souvent des dimensions considérables.

» Cette maladie est causée par un Champignon parasite appartenant à la famille des Chytridinées, dont j'ai pu étudier l'organisation et en grande partie le développement.

» Comme dans toutes les Chytridinées, les spores sont mobiles; ce sont des zoospores. Elles pénètrent dans les tissus du Blé en perçant les parois des cellules périphériques. En germant, elles produisent un mycélium ramifié, intracellulaire, fort étendu, composé de filaments purement protoplasmiques, très délicats, d'une extrême finesse, difficiles à voir. De distance en distance, un filament se renfle et donne naissance à une sphère terminale ou intercalaire pourvue d'un noyau et représentant un zoosporange. Il ne se forme habituellement qu'un zoosporange par cellule. D'abord nus, les zoosporanges s'entourent plus tard d'une fine membrane; en grandissant ils deviennent d'ordinaire ovoïdes ou pyriformes ou se moulent sur

les parois de la cellule qui les renferme et qu'ils remplissent alors complètement. Le mycélium qui les accompagne disparaît en général avant qu'ils aient atteint leur taille définitive. Les zoosporanges mûrs ont un diamètre compris entre 15μ et 50μ. Ils s'ouvrent dans la cellule même qui les contient par un orifice apical rarement placé à l'extrémité d'une courte papille. Les zoospores, d'abord plus ou moins anguleuses, deviennent ensuite sphériques; elles sont pourvues d'un cil et renferment un noyau réfringent; leur diamètre est d'environ 3μ. Après s'être fixées à la paroi, elles rétractent leur cil, s'entourent d'une membrane et, à leur tour, donnent naissance à un mycélium ramifié qui s'étend dans les cellules voisines et fournit un nombre variable de zoosporanges, ou bien elles se transforment directement en zoosporanges. Des zoosporanges secondaires se forment parfois à l'intérieur de zoosporanges qui se sont vidés de leur contenu. Assez souvent, les zoosporanges portent à leur base une petite vésicule vide de protoplasma qui paraît provenir d'une bipartition précoce.

» Les zoospores peuvent traverser les parois cellulaires et pénétrer dans les cellules avoisinantes. Pour cela, après s'être fixées, elles poussent un fin filament qui perce la paroi et, peu à peu, le contenu de la spore parcourt l'étroit canal ainsi creusé et passe dans la cellule contiguë, laissant en arrière la délicate membrane, maintenant vide, qui l'entourait. Les jeunes zoosporanges peuvent se comporter de la même façon.

» Les générations se multipliant, toutes les parties de la plante se trouvent peu à peu envahies : racine, tige, feuilles, fleurs; la présence du parasite dans l'ovule en détermine l'avortement plus ou moins complet. Le nombre des zoosporanges que peut contenir une cellule donnée augmente aussi de plus en plus : j'en ai compté dix-neuf dans une seule cellule. Des zoosporanges peuvent se rencontrer dans tous les tissus, même dans des éléments sclérifiés à parois très épaisses et d'une extrême dureté. On peut en trouver aussi à la surface des téguments; les zoospores qui s'y trouvent contenues servent à la propagation du parasite.

» Lorsque la nourriture s'épuise, il ne se forme plus de zoosporanges à évolution rapide, mais des zoosporanges de repos ou kystes, à parois d'une grande épaisseur, de couleur brune, habituellement hérissés d'éminences coniques. Ces kystes sont plus ou moins sphériques et d'ordinaire plus petits que les zoosporanges. Ils permettent aux parasites de résister plus efficacement à la sécheresse et au froid et de se perpétuer d'une année à l'autre.

» Par la nature de son mycélium et le mode de formation de ses zoo-

sporanges, la Chytridinée que je viens de décrire se rattache à la tribu des Cladochytriées ([1]). Toutefois par son action sur la plante qui la nourrit, par son extension considérable, par la forme ou le mode de déhiscence de ses zoosporanges, par la coexistence de zoosporanges et de kystes, non seulement elle ne correspond à aucune des espèces que renferment les quatre genres de la tribu, mais encore elle ne paraît pouvoir prendre place dans aucun de ses genres. Je proposerai donc de créer, pour cette nouvelle Cladochytriée, un cinquième genre, *Pyroctonum* (πῦρός, blé, et κτείνω, je tue) et de l'appeler *Pyroctonum sphæricum*.

C'est la première fois qu'on voit une Chytridinée s'attaquer aux plantes de grande culture et provoquer une maladie grave à allure épidémique bien marquée. Sans doute, les pluies abondantes du printemps dernier ont singulièrement favorisé son extension, mais il serait dangereux de compter exclusivement sur des conditions atmosphériques plus normales pour enrayer la marche d'un parasite appartenant à une famille dont les espèces se font remarquer par une évolution extrêmement rapide, par des moyens de reproduction presque illimités et par une rare puissance de destruction.

» Il sera prudent de brûler les chaumes des champs atteints et de renoncer pendant quelque temps à y cultiver du Blé. Dans les régions contaminées on devra éviter l'emploi du fumier de ferme dans les emblavures, la paille des litières pouvant apporter des kystes, et comme des kystes pourraient se trouver aussi dans les grains de Blé récoltés, il sera bon d'emprunter les semences à des régions restées indemnes. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *La brunissure en Algérie*. Note de M. F. **Debray**, présentée par M. Duchartre.

« Cette maladie s'est présentée dès le mois de mai dans certains vignobles des environs d'Alger. La température est restée froide, brumeuse et les grands vents ont été fréquents.

» Les Vignes atteintes se développent très lentement; leur végétation est languissante, leurs feuilles plus petites que normalement; ou bien, dans d'autres régions plus chaudes, les sarments se sont allongés comme d'habitude, et ils ne sont attaqués, ainsi que les feuilles qu'ils portent, que

(1) Dans le sens de J. Schröter (*Die natürlichen Pflanzenfamilien von Engler und Prantl*, Theil I, Abtheil, I, p. 80).

dans leur région inférieure, la partie supérieure semblant rester saine. Les pieds les plus atteints perdent leurs sarments qui tous ou quelque-suns se dessèchent dans toute leur longueur.

» On observe sur les feuilles les caractères qui ont été décrits par MM. Viala et Sauvageau. La coloration des feuilles atteintes est brune chez la plupart des cépages observés, et le début de la maladie s'annonce par des ponctuations également brunes; chez le Carignan et le petit Bouschet, les ponctuations sont très rares, et les feuilles prennent de suite une coloration rouge. Certaines feuilles présentent, en outre, sur leur face inférieure, une teinte jaune soufre, due à la présence du parasite sur les poils. Les feuilles très atteintes sont souvent gondolées et leur bord recourbé.

» Chez tous les cépages, les tiges présentent les symptômes qui ont été décrits comme constituant l'anthracnose ponctuée, affection dont le parasite était jusqu'à présent resté inconnu. Ces derniers symptômes sont très accusés dans certains vignobles, tandis que, dans d'autres, ils sont peu marqués et n'apparaissent que sur des pieds très attaqués. Ils sont toujours présents sur les sarments tués par cette maladie.

» Le parasite a été rencontré dans les cellules superficielles des tiges, des vrilles, des pétioles, du limbe; on le trouve également à la surface de ces organes et sur les poils. Il se présente sous la forme d'amas globuleux aplatis ou irréguliers, lobés ou réticulés, contenant des vacuoles généralement très petites.

» J'ai pu observer la formation des spores sur les poils de la Vigne. Le plasmodium tapisse la surface d'un poil ou bien en englobe plusieurs dans sa masse qui peut atteindre plus d'un dixième de millimètre de diamètre. On voit se former sur la surface des lobes qui se pédiculisent. Ces spores, à leur parfait développement, présentent un double contour; elles sont ovales, lisses et leur grand diamètre mesure généralement $10^{\mu}$ à $12^{\mu}$, rarement $8^{\mu}$ à $9^{\mu}$ seulement.

» Le soufre et la bouillie bordelaise restent sans effet. Nous avons essayé la chaux hydraulique répandue en poudre fine, comme on le fait pour le soufre, mais sans obtenir de résultat bien net. »

GÉOLOGIE. — *Sur le tremblement de terre de Locride (Grèce) du mois d'avril* 1894. Note de M. **Socrate-A. Papavasiliore**, présentée par M. F. Tisserand.

« Un tremblement de terre, ressenti sur toute la Grèce et bien au delà, vient d'affecter la région nord-est de la *Grèce continentale* et surtout la province de *Locride*.

» Ce tremblement de terre se compose de deux secousses très violentes, qui ont été suivies d'innombrables autres plus ou moins fortes. L'une a eu lieu le 20 avril et a été ressentie à Athènes à $6^h 52^m$ du soir, suivant l'indication du séismoscope de l'observatoire national. Elle fut précédée d'un bruit souterrain et dura cinq secondes.

» La région que cette secousse a affectée d'une manière désastreuse peut être divisée, suivant l'intensité de destruction, en trois zones principales :

» 1° Celle de l'épicentre, comprenant la presqu'île d'*Ætolymion*. Trois villages de cette région, composés en tout de 800 maisons et de 1600 habitants, ont été détruits de fond en comble. Le nombre des victimes s'élève à 180, celui des blessés à 27.

» 2° Celle où presque tous les édifices des villages ont été démolis. Cette zone a la forme d'une ellipse dont le grand axe, long de $28^{km}$, s'étend dans la direction sud-est-nord-ouest depuis la baie de *Larymne* jusque près du cap d'*Arkitza;* le petit axe mesure $8^{km}$ à $9^{km}$. Les villages affectés sont au nombre de 9 et se composent en tout d'environ 1200 maisons avec 5500 habitants, dont 44 ont été tués et 20 blessés.

» 3° Enfin celle où il y a eu chute partielle ou de grands dégâts de maisons dans plusieurs villages. Cette zone forme également une ellipse dont le grand axe de direction sud-est-nord-ouest mesure $90^{km}$ et s'étend du village de *Dritza* ($20^{km}$ à l'est de *Thèbes*) jusque près du village *Molos* (situé près des côtes sud du golfe Maliaque). Le petit axe a une longueur d'environ $65^{km}$ et s'étend de la ville de *Lévadie* jusqu'au village de *Mantoudi* (près des côtes nord-est de l'île d'Eubée).

» Les villages de cette zone qui ont le plus souffert sont environ 10 de la province de *Locride,* plus de 12 de la province de *Lévadie,* situés surtout sur les rivages sud de l'ancien lac de Kopaïs, et à peu près 12 de la province de *Thèbes*.

» Sur l'île d'*Eubée,* ce n'est guère que le village de *Sainte-Anne* (sur les côtes nord-est de l'île) qui a été endommagé d'une manière sensible.

» Le sol, sur les trois zones, se compose de terrains crétacés, formés de calcaires et de schistes, de terrains tertiaires (néogènes), disposés à peu près horizontalement et en stratification discordante aux terrains précédents, et formés de tufs calcaires, grès, conglomérats, marnes, etc.; enfin de couches diluviales et alluviales. La région au sud-est de la presqu'île d'*Ætolymion*, où prédominent les terrains crétacés, a beaucoup moins souffert que la région opposée, où il y a prépondérance des couches tertiaires et quaternaires, en général moins consistantes que les précédentes. Il est à remarquer que la plupart des villages endommagés sont bâtis sur un sol tertiaire ou quaternaire peu consistant.

» Après ladite secousse, qui a eu pour effet la formation de légères crevasses du sol dans quelques endroits, le tarissement de certaines sources et l'augmentation du cours d'autres, le sol, sur la première et la deuxième zone, se trouvait, pendant la nuit du 20 au 21 avril, dans un état d'ébranlement incessant pour ainsi dire, interrompu souvent par des secousses paroxysmiques plus ou moins fortes et précédées, la plupart du temps, de bruits souterrains.

» Pendant trois jours il y avait des secousses très fréquentes sur toute l'étendue des trois zones; puis elles devenaient de plus en plus rares, lorsque, le soir du 27 avril, une nouvelle secousse très violente, plus considérable que la première et précédée également d'un bruit souterrain, pareil à un coup de canon tiré au loin, a ravagé de nouveau la région. Elle dura douze secondes et a été assez sensiblement ressentie à Athènes à $2^h 21^m 6^s$ du soir, suivant le séismoscope de l'observatoire national. Après la secousse, même ébranlement du sol, comme la première fois. Les secousses, loin d'avoir cessé, se font encore sentir sur toute la région.

» L'aréal affecté par la seconde secousse violente est plus grand que celui de la première. C'est ainsi que le grand axe de la deuxième zone s'est allongé de $30^{km}$, surtout vers le nord-ouest, et s'est étendu depuis la baie de *Scroponeri* jusqu'au village de *Saint-Constantin* (*Palæokhéri*). Le grand axe de la troisième zone s'est étendu d'environ $22^{km}$ jusqu'à la ville de *Lamie*. Les deux petits axes de ces zones ont grandi de quelques kilomètres, surtout du côté sud-ouest. Les mêmes villages, affectés par la première secousse, l'ont été naturellement aussi cette fois, mais avec une intensité et un dommage plus grands. Il y a eu très peu de victimes.

» Cette seconde secousse a été, à plus d'un point de vue, remarquable. Ainsi, au moment de la secousse, la mer, sur toute l'étendue de la côte, depuis la baie de *Saint-Théologue* (à l'ouest de la presqu'île d'*Æto-*

*lymion*) jusqu'au village de *Saint-Constantin*, s'était élevée en une onde qui est venue submerger la côte sur une distance de quelques dizaines de mètres en général. La mer s'est retirée à sa place initiale, sauf dans la plaine d'*Atalante*, dont la plus grande partie de la côte, celle au nord, est restée couverte par les eaux sur une distance de quelques mètres, tandis que la partie sud plonge dans les eaux sur une distance de plusieurs dizaines de mètres. Cette immersion, par suite de laquelle la presqu'île de *Gaïdouronisi*, au fond de la baie d'Atalante, s'est transformée en île, est due à un affaissement de cette plaine, dont il sera question plus bas.

» Divers autres phénomènes se sont produits. Ainsi des blocs de terre, mesurant parfois $25^{mc}$, ont été détachés de quelques collines. Plusieurs sources ont tari, d'autres en ont augmenté le cours. De nouvelles sources chaudes, abondantes et en grand nombre, ont surgi à *Ædipsos* près des sources préexistantes. D'après M. le professeur Dambergis, elles sont de même nature que celles-ci et d'une température qui varie de 31° à 82°.

» De nombreuses crevasses, parfois longues de quelques kilomètres, ont été formées, dont celles sur le cap *Longos* ont détaché une superficie de ce cap de quelques milliers de mètres carrés et l'ont précipitée dans la mer. Un phénomène pareil a été constaté aussi près du village Saint-Constantin et, sur une moindre échelle, près du village *Gialtra* (situé sur l'extrémité ouest de l'île d'Eubée). Près de certaines côtes (Saint-Constantin) un abaissement du fond de la mer a été constaté.

» Mais le phénomène le plus remarquable, c'est la formation d'une grande crevasse, longue d'environ $55^{km}$ (en plan), large de quelques centimètres à $3^{m}$ suivant la nature du terrain (largeur en général peu considérable), qui s'étend en direction constante de la baie de *Scroponeri* jusqu'à la ville d'*Atalante* qu'elle traverse juste au-dessus; de là elle suit en direction toujours sud-est-nord-ouest, mais légèrement sinueuse, et va se perdre près du village de Saint-Constantin.

» Vu la nature alluviale de la plaine d'Atalante, l'affaissement de celle-ci le long de la crevasse va jusqu'à $1^{m},5$.

» D'après mes observations faites sur place, il paraît que l'endroit épicentral est une ligne qui s'étend de l'est du cap *Stravo* et qui traverse la presqu'île d'*Ætolymion* en direction sud-est-nord-ouest. »

ÉCONOMIE RURALE. — *La pomme de terre dans l'alimentation de la vache laitière.* Note de M. **Ch. Cornevin**, présentée par M. Aimé Girard.

« A l'instigation de M. Aimé Girard, j'ai entrepris l'hiver dernier une suite de recherches destinées à élucider quelques points du rôle que peut jouer la pomme de terre dans l'alimentation de la vache laitière.

» Ces recherches dont les détails font l'objet d'un Mémoire spécial qui paraîtra prochainement dans le *Bulletin du Ministère de l'Agriculture*, à côté de celui publié par M. Aimé Girard sur la production de la viande chez les bœufs et les moutons, ces recherches, dis-je, m'ont fourni les principaux résultats qui suivent :

» Privées de toute nourriture autre que des pommes de terre qu'elles reçoivent à discrétion, crues et convenablement divisées, les vaches laitières en prennent chaque jour, en moyenne, 7 pour 100 de leur poids vif.

» Sous l'influence de ce régime *exclusif*, il y a élévation du rendement en lait et perte notable de poids vif; l'opposition est très nette et très remarquable. Les déjections, qui sont ramollies et blanchâtres, renferment des granulations de fécule non attaquées par le travail digestif. Je n'ai pas trouvé de sucre dans les urines.

» Les pommes de terre cuites sont bien prises par les bêtes bovines, mais quand elles sont *données seules*, à l'exclusion de tout autre aliment, la rumination se fait mal ou s'arrête et la digestion est entravée; on ne peut pas persister dans ce régime.

» Qu'elle soit crue ou cuite, la pomme de terre doit être mélangée à d'autres aliments pour constituer une ration convenable au double point de vue de la production du lait et de celle de la viande grasse. Le mélange a pour résultat de favoriser les actes mécaniques et chimiques de la digestion, d'élever le coefficient de digestibilité en resserrant la relation nutritive et le rapport adipo-protéique.

» En poursuivant parallèlement sur deux lots de vaches laitières l'étude comparative des résultats fournis par une ration dont les pommes de terre forment la moitié de la matière sèche totale et par une autre où elles n'en forment que les $\frac{22}{100}$, j'ai reconnu que la première est nettement préférable à la seconde.

» D'autres expériences comparées m'ont montré qu'à quantités égales, les pommes de terre crues favorisent la production du lait, tandis que cuites elles provoquent l'engraissement et l'augmentation du poids.

» Sous l'influence d'un régime à base de pommes de terre cuites, la teneur du lait en sucre s'élève, mais l'élévation ne persiste pas quand on change le régime.

» En analysant chaque semaine pendant près de quatre mois le lait de huit vaches dont la ration comportait $20^{kg}$ de pommes de terre pour les unes et $10^{kg}$ pour les autres, j'ai constaté avec mon assistant, M. Boucher, qui m'a prêté un concours empressé pour ces analyses longues et répétées, les modifications suivantes qui ont été constantes : 1° diminution de la densité, de la proportion d'extrait sec et de la caséine; 2° augmentation du beurre et des matières minérales. Les conséquences pratiques de ces constatations se déduisent d'elles-mêmes pour l'introduction de la pomme de terre dans le régime des bêtes laitières, suivant que le lait est vendu en nature ou que dans la ferme on se livre à l'industrie beurrière ou à la fabrication des fromages.

» Parmi les aliments que j'ai associés aux pommes de terre, ceux d'origine animale (poudre de viande de baleine) ont donné des résultats très intéressants, une fois que les vaches y furent accoutumées. Je reviendrai ultérieurement sur ce point. »

ÉCONOMIE RURALE. — *La végétation des vignes traitées par la submersion.* Note de M. **A. Müntz**, présentée par M. P.-P. Dehérain.

« La submersion des vignes est un des procédés les plus efficaces pour combattre le Phylloxera. Elle est employée sur une grande échelle dans le Midi et dans le Sud-Ouest, là où la nature du terrain, le relief du sol et la proximité de rivières permettent de maintenir le vignoble recouvert d'une nappe d'eau, pendant une période de quarante à soixante jours consécutifs.

» Suivant que les sols sont plus perméables ou qu'ils ont plus de pente, les quantités d'eau qu'il faut amener pour maintenir la vigne submergée varient depuis $10\,000^{mc}$ jusqu'à $90\,000^{mc}$ par hectare. C'est le plus souvent à l'aide de pompes puissantes que l'eau est amenée et maintenue à un niveau constant (ordinairement $0^m,20$ à $0^m,30$ au-dessus de la surface du sol).

» La submersion n'a pas seulement pour effet de garantir les vignes des atteintes du Phylloxera, elle les garantit aussi des gelées printanières, qui n'atteignent pas les jeunes pousses, aussi longtemps que la nappe d'eau

recouvre le sol (1). Mais cette pratique a l'inconvénient d'être coûteuse, d'opérer un lavage du sol, qui élimine les principes fertilisants solubles, et de placer la vigne dans des conditions anormales qui favorisent le développement des maladies cryptogamiques.

» J'ai étudié les conditions de végétation et de production des vignes traitées par la submersion.

» Le premier problème que j'ai cherché à résoudre, c'est celui de la respiration des racines dans un sol recouvert d'eau, dans lequel l'oxygène est absorbé rapidement et où des phénomènes de réduction ne tardent pas à se produire. On sait que les racines respirent en absorbant l'oxygène de l'atmosphère du sol et en émettant de l'acide carbonique. Privées d'oxygène, elles meurent asphyxiées. Comment, dans la pratique de la submersion, où tout au moins certaines parties du sol se trouvent transformées en milieux réducteurs, exempts de toute trace d'oxygène libre, les racines de la vigne ne sont-elles pas asphyxiées ?

» J'ai trouvé la cause de cette résistance dans la présence des nitrates préexistant dans le sol, ou amenés par les eaux qui servent à la submersion. Dans une série d'expériences, j'ai pu faire vivre et prospérer indéfiniment des vignes dont les racines plongeaient dans une terre submergée ne recevant aucune trace d'oxygène libre, mais qui contenait des nitrates, tandis que, dans les mêmes milieux exempts de nitrates, la vigne périssait rapidement. Comment les nitrates peuvent-ils intervenir pour fournir aux racines l'oxygène nécessaire à leurs fonctions physiologiques ?

» On sait, d'après les travaux de M. Schlœsing, de MM. Dehérain et Maquenne, de MM. Gayon et Dupetit, que, dans une terre privée d'oxygène, les nitrates se décomposent en dégageant de l'azote libre, du protoxyde et du bioxyde d'azote et que cette décomposition est due à l'action des microrganismes.

» Parmi les gaz ainsi dégagés, il en est un, le protoxyde d'azote (2), qui peut entretenir la combustion à l'instar de l'oxygène. Peut-il servir aux racines de la vigne, à entretenir leurs fonctions respiratoires pendant la durée de la submersion? J'ai vu, par des expériences directes, qu'il en est réellement ainsi et que les vignes dont les racines plongent dans un milieu privé d'oxygène vivent indéfiniment quand on leur fournit du protoxyde d'azote, même en petites quantités.

---

(1) Chauzit, *Revue de Viticulture*, t. I, p. 92 et 359.

(2) Signalé par MM. Dehérain et Maquenne.

» La décomposition des nitrates sous l'influence des microrganismes met donc à la disposition des racines des vignes submergées un gaz capable de servir à leur respiration.

» Mais les racines sont-elles exclusivement tributaires des êtres inférieurs qui vivent dans la terre et ne peuvent-elles pas directement, comme ces derniers eux-mêmes, prendre l'oxygène des nitrates?

» J'ai dirigé mes études dans ce sens et, dans l'impossibilité de détruire les microrganismes existant à la surface des racines, sans tuer ces dernières, j'ai procédé comparativement, en opérant sur des milieux identiques, formés de terre couverte d'eau, contenant des nitrates, et entièrement soustraits au contact de l'oxygène atmosphérique.

» Dans les uns il n'y avait pas de vignes et l'action exclusive des microrganismes s'y exerçait.

» Dans les autres, où étaient plongées les racines de vignes bien vivantes, dont le système aérien se développait à l'air libre, l'action simultanée des microrganismes et des racines se produisait.

» Voici un exemple des résultats obtenus :

| | | |
|---|---|---|
| Acide azotique détruit par l'action | simultanée des racines et des microbes. | gr 0,293 |
| » | des microbes seuls .................. | 0,112 |
| » | directe des racines ................. | 0,181 |

» On voit que les racines peuvent directement agir sur les nitrates et leur emprunter de l'oxygène. C'est donc grâce à la présence de nitrates dans le sol et dans les eaux que les racines des vignes submergées résistent à l'asphyxie, dans les cas où le sol se transforme en un milieu réducteur, ce qui est surtout le cas des terres peu perméables, auxquelles la submersion s'applique de préférence.

» L'énorme quantité d'eau qui lave, par infiltration, les terres des vignes submergées, les place dans des conditions spéciales au point de vue de la fumure. Les frais du mode d'exploitation, la faible valeur marchande des vins obtenus, obligent le viticulteur à pousser à de grands rendements, d'ailleurs favorisés par l'humidité du sol et le choix des cépages. Les nitrates surtout sont entraînés par les eaux. Les fumures azotées sont donc les plus nécessaires. Comment se comporte la vigne vis-à-vis de celles qu'on lui donne?

» J'ai pu étudier cette question dans le domaine de Saint-Laurent d'Aigouze (Gard), appartenant à M. Trouchaud-Verdier et qui est un des types les plus remarquables des vignobles traités par la submersion.

» En 1892, année ordinaire, la vigne a absorbé, pour sa végétation et pour la production de la vendange, $57^{kg},6$ d'azote par hectare, avec une production de vin de $190^{hl},2$. La partie la plus vigoureuse de l'exploitation, prise séparément, a produit jusqu'à $300^{hl}$, chiffre qu'on peut regarder comme représentant le maximum de productivité de la vigne; dans ce dernier cas, la quantité d'azote absorbé a été de $82^{kg},5$.

» De pareilles exigences nécessitent l'intervention de fortes fumures azotées, puisque le sol, lavé par les eaux, est dépouillé, chaque année, de l'apport précédent. Aussi a-t-on surtout recours au nitrate de soude, qu'on donne par an et par hectare, à la dose de $600^{kg}$, contenant $91^{kg}$ d'azote. Ce n'est qu'à l'aide de cette fumure intensive que la vigne peut maintenir sa productivité. Dans d'autres domaines on exagère les quantités de nitrate au point de les doubler.

» Si nous comparons la quantité d'azote donnée par la fumure ($91^{kg}$) à celle qui est exportée en moyenne par le vin ($2^{kg},56$), nous trouvons que la déperdition de l'azote est énorme et qu'elle atteint 97 pour 100 de ce qu'apporte la fumure. Ce n'est donc guère que 3 pour 100 de l'azote donné qui se retrouvent dans la récolte proprement dite, puisque, pour maintenir la production, il faut chaque année renouveler la dose d'engrais azoté.

» La pratique de la submersion entraîne donc des pertes énormes d'azote. Cette fumure coûteuse, si abondamment donnée chaque année, ne fait en réalité que traverser les organes de la plante, auxquels elle permet d'élaborer de grandes quantités de raisins; les débris et les résidus de la végétation annuelle retournent ensuite au sol, qui les consomme rapidement et les laisse perdre dans les eaux qu'on amène à sa surface.

» La terre ne s'enrichissant jamais en azote, malgré les grandes quantités de cet élément qu'on lui donne, malgré le retour à la terre d'une grande partie des feuilles et des marcs, exige donc chaque année de nouveaux apports, pour maintenir cette végétation puissante à laquelle sont dus ses énormes rendements. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur la détermination de la valeur agricole de plusieurs phosphates naturels*. Note de M. G. Paturel, présentée par M. Dehérain.

« Les phosphates fossiles ont une valeur commerciale très variable, suivant la région dont ils proviennent. En Bretagne, où leur consommation

est considérable, on emploie principalement, soit les phosphates de l'étage des grès verts, dits *du Boulonnais*, qui se vendent couramment à raison de $0^{fr},32$ à $0^{fr},35$ le kilogramme d'acide phosphorique, soit les sables phosphatés de la Somme ou de l'Aisne, dont le prix ne dépasse pas $0^{fr},20$ à $0^{fr},22$ le degré. Au point de vue de la puissance fertilisante des deux produits, les résultats culturaux sont assez discordants, et les phosphates du Boulonnais ne justifient pas toujours leur plus-value. Il est donc utile de rechercher la cause des différences que l'on observe.

» L'assimilation de l'acide phosphorique nous paraît se produire de la façon suivante : 1° par l'action des sucs acides des racines; 2° par l'action des acides du sol, acide carbonique et autres acides organiques qui existent dans les terres de landes, si abondantes dans notre région. Nous avons examiné l'influence dissolvante de ces deux agents sur plusieurs phosphates naturels.

» 1° *Action des acides des racines.* — La réaction acide apparaît dans les racines aussitôt qu'elles se forment. En répétant la vieille expérience de Sachs, non pas avec des plaques de marbre, mais avec des blocs d'apatite verte bien polis, nous avons trouvé à la surface de la roche dure des sillons nombreux tracés par des racines de sarrazin, et la plante a prélevé sur l'apatite $45^{mgr}$ d'acide phosphorique. D'autre part, en étudiant les acides contenus dans les tubercules de pommes de terre, nous en avons séparé aisément de l'acide citrique, produit très répandu, d'ailleurs, dans les végétaux.

» Partant de ce point, nous avons mis en contact dans des conditions semblables plusieurs solutions d'acide citrique avec deux phosphates, du Boulonnais et de la Somme, présentant sensiblement la même richesse. Après vingt-quatre heures de contact, on a filtré, puis dosé l'acide phosphorique dissous. On a trouvé :

| | | Boulonnais. | Somme. |
|---|---|---|---|
| Pour 100 d'acide phosphorique total. | Acide citrique, 10 pour 100..... | 41,4 | 24,9 |
| | » 5 » ..... | 31,5 | 9,2 |
| | » 2 » ..... | 19,5 | 1,6 |
| | » 1 » ..... | 13,1 | 0,9 |

» Quelle que soit la concentration de la liqueur acide, on voit que le phosphate du Boulonnais est plus aisément attaquable que celui de la Somme. Les différences sont dues à l'inégale teneur en carbonate de chaux des deux produits : le premier contient 7,2 pour 100, et le second 33,1 pour 100 de calcaire. Et un examen plus approfondi de ces résultats

montre qu'il ne s'est pas opéré simplement une saturation partielle de l'acide par le calcaire; mais, en outre, le citrate de chaux formé oppose un obstacle spécial à la dissolution du phosphate par l'acide resté libre.

» Ce résultat a été confirmé par une série de vingt autres expériences faites dans des conditions analogues; l'énergie de l'attaque est toujours réglée par la proportion de calcaire qui accompagne le phosphate. Ce point est aussi conforme à la pratique agricole qui conseille, sur les terres de défrichement, de ne pas apporter à la fois les éléments calcaire et phosphaté, mais d'enfouir d'abord des phosphates, et de n'introduire l'amendement calcaire que quelques années plus tard.

» 2° *Action des acides du sol.* — Les terres de landes et de bruyère ont une réaction acide très marquée, et depuis longtemps M. Dehérain a caractérisé dans ces sols la présence de l'acide acétique. Nous avons étudié l'action de cet acide sur les phosphates déjà examinés, en opérant dans des conditions semblables aux précédentes. Les résultats sont :

| | | Boulonnais. | Somme. |
|---|---|---|---|
| Pour 100 d'acide phosphorique total. | Acide acétique (à 8°), 50 pour 100... | 10,1 | 3,8 |
| | » 20 » ... | 8,7 | 2,3 |
| | » 10 » ... | 7,6 | 1,3 |
| | » 4 » ... | 5,5 | 0,0 |

» Ces nombres sont de même ordre que ceux déjà trouvés. Bien que l'attaque soit moins énergique, il y a cependant une supériorité manifeste dans la dissolution du phosphate du Boulonnais. L'écart est dû encore à la différence de richesse en calcaire : en effet, en additionnant un même phosphate de doses croissantes de carbonate de chaux, puis traitant les mélanges par l'acide acétique, on voit la dissolution de l'acide phosphorique décroître à mesure que la proportion de calcaire s'élève.

» L'action dissolvante de l'acide carbonique a été essayée également. La quantité d'acide phosphorique solubilisé par ce corps a toujours été minime; mais les phosphates ainsi traités, se trouvant débarrassés de la majeure partie de leur gangue calcaire, sont ensuite bien plus aisément attaquables par les acides citrique et acétique. C'est donc d'une façon indirecte que l'acide carbonique concourt à l'assimilation des phosphates.

» De l'ensemble de ces résultats, on peut conclure : 1° que les différences constatées parfois dans l'efficacité des phosphates naturels tiennent surtout à l'inégalité de leur teneur en calcaire : les sables de la Somme, employés directement à la culture, sont, d'après leur origine géologique,

très chargés de carbonate de chaux et, par suite, résistent davantage aux actions dissolvantes qui déterminent leur assimilation; 2° la valeur commerciale des phosphates naturels ne devrait pas être basée uniquement sur leur richesse : il conviendrait de tenir compte aussi de la quantité de carbonate de chaux associé au phosphate et de diminuer le prix de l'engrais proportionnellement à cette quantité; 3° il serait désirable de voir appliquer dès maintenant aux phosphates de la Somme l'un des procédés mécaniques ou chimiques proposés pour les enrichir, en les débarrassant de leur gangue calcaire. Leur valeur agricole serait augmentée dans une telle proportion que la culture aurait encore intérêt à les employer à l'état naturel, même si leur prix de vente se trouvait, par ce fait, légèrement élevé. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Les courants et les vents sur la côte des Landes de Gascogne*. Note de M. **Hautreux**.

« Depuis quelques années le courant de Rennell est discuté; son existence est mise en doute; de nouvelles expériences ont été entreprises pendant une année entière, du 1er juin 1893 au 31 mai 1894, au moyen de bouteilles flottantes lancées à une distance moyenne de 20 milles de terre, par les vapeurs des Pêcheries d'Arcachon, et de 150 à 200 milles au large par les paquebots des Messageries maritimes.

» Pour éviter le roulement des bouteilles à la surface de l'eau, les bouteilles ont été accouplées par une cordelette de 3m de longueur. L'une d'elles aux trois quarts pleine d'eau sert de lest et maintient l'autre bouteille flottant dans sa verticale. L'ensemble obéit aux déplacements de la couche d'eau voisine de la surface jusqu'à 3m de profondeur. Le système la montré une grande résistance; des bouteilles ont été recueillies après sept mois d'immersion.

» *Tableau des bouteilles flottantes.* — Voici mois par mois le nombre des lancements et celui des arrivages :

| | 1893. | | | | | | | | 1894. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Mai. | Juin. | Juill. | Août. | Sept. | Oct. | Nov. | Déc. | Janv. | Fév. | Mars. | Avril. | Mai. | Totaux. |
| Lancements près de terre....... | 7 | 19 | 9 | 18 | 28 | 12 | 8 | 14 | 3 | 8 | 17 | 2 | 16 | 161 |
| Arrivages...... | » | 14 | 7 | 1 | 6 | 4 | 2 | 3 | 4 | 5 | 13 | 1 | 3 | 64 |

» Parmi ces arrivages il en provient :

| | |
|---|---|
| Des lancements au large.............. | 19 |
| Des lancements près de terre........... | 45 |

» C'est pour ces derniers une proportion d'arrivages de 28 pour 100.
» Les grandes époques d'atterrissages ont été :

| | |
|---|---|
| Du 15 au 17 juin 1893.......... | 10 bouteilles. |
| Du 14 au 18 juillet 1893........ | 7 » |
| Du 13 au 17 mars 1894......... | 11 » |

A ces différentes époques, il a régné à Arcachon des vents forts du S.-W. au N.-W.
» Sur les 64 atterrissages, il n'y en a pas eu plus de 7 à 8 qui se soient produits sans l'aide immédiate des vents du large.
» L'influence de la direction du vent est certaine et prépondérante.
» Les directions résultantes des bouteilles ont été :

| | |
|---|---|
| Vers le S.-E. pour........... | 41 bouteilles. |
| Vers l'E. » ........... | 10 » |
| Vers le N.-E. » ........... | 13 » |

» Ces dernières ont toutes eu lieu pendant la saison froide.
» L'ensemble des atterrissages a eu lieu sur le rivage des Landes de Gascogne, entre l'embouchure de la Gironde et celle de la Bidassoa.

» Les vitesses de transport, déduites du rapport entre la distance parcourue et le temps d'immersion, dans les trajets de courte durée, donnent pour les bouteilles lancées au large, 5 à 6 milles par vingt-quatre heures; tandis que, pour les bouteilles lancées à moins de 30 milles de terre, les vitesses ne sont que de 2 à 3 milles par jour. Les vitesses s'amortissent à mesure que les épaves pénètrent davantage dans le golfe. La côte repousse au large les corps flottants. L'aspect de la carte des bouteilles montre que les directions s'infléchissent le long des côtes. Les durées d'immersion donnant les moindres vitesses ont eu lieu généralement en hiver, ainsi que les directions les plus divergentes.

» Les grandes époques d'atterrissage ayant eu lieu par les gros vents du large, on a étudié la direction générale et la poussée des vents aux trois points qui limitent le champ des observations : La Coubre, Arcachon et Biarritz.

» Les bulletins météorologiques donnant chaque jour la direction et la force relative du vent, on peut, sur un plan, comme on le ferait pour la route estimée d'un navire, tracer une suite de lignes qui, quelle que soit l'échelle adoptée, représente un ensemble de mouvements semblable à

celui qu'ont réellement éprouvé les couches d'air voisines du point d'observation. C'est l'expression figurée de la poussée des vents. Ce travail, exécuté pour les trois points désignés, a donné les résultats suivants pour toute une année, à $7^h$ matin.

» La poussée des vents, à Biarritz, a donné une direction générale vers le nord. A La Coubre, l'ensemble porte vers le large en décrivant un large circuit tourné vers le sud, avec des rétrogradations en octobre 1893 et en mai 1894. A Arcachon, les lignes s'enchevêtrent davantage et donnent la sensation de vastes tourbillonnements.

» D'après le graphique de Biarritz, l'air paraît s'écouler des sommets des montagnes cantabriques vers le large, dans la matinée, et affecter le caractère des *brises de terre*.

» Les observations d'Arcachon, prises à midi et le soir, montrent la tendance à la rotation diurne des vents sur la côte des Landes. A midi la direction générale est vers l'E.-S.-E.; à $8^h$ du soir elle est vers le S.-E. Pendant la saison froide l'appel des vents du large ne se fait plus et le système des vents étésiens disparaît.

» La poussée des vents de la journée vers le S.-E. explique que les bouteilles aient suivi, pendant l'été, des trajets vers le S.-E., tandis qu'à partir du mois de septembre les trajets vers le nord deviennent nombreux.

» Il y a concordance complète entre le régime météorologique et les mouvements des eaux de la surface; il n'y a pas lieu de faire intervenir un courant océanien d'origine extérieure.

» *En résumé :* Les corps flottants à l'ouvert du golfe de Gascogne ont, pendant l'été, une tendance à pénétrer dans le golfe; leur vitesse de transport s'atténue à mesure qu'ils approchent de terre; ils éprouvent, pendant l'hiver, des mouvements contrariés en tous sens.

» Les courants de la côte des Landes sont la conséquence directe de la poussée des vents. Pendant les mois chauds, les vents ont une tendance marquée à souffler du large pendant la journée et à s'infléchir vers le sud-est dans l'après-midi. Les eaux de la surface obéissent à cette poussée. Pour cette raison, le rivage des Landes est, pour les épaves, un point d'atterrissage beaucoup plus fréquent et presque exclusif des autres parties du globe.

» Près de la côte existe, pour une cause encore indéterminée, une sorte de répulsion qui amortit la vitesse de transport et retarde l'atterrissage; il faut, pour le faciliter, l'aide des grosses brises du large. Les vitesses de dérive, déduites des immersions de courte durée et des trajets de carcasses flottantes, sont : au milieu du golfe, de 5 à 6 milles par vingt-quatre heures; en dedans de 30 milles de terre, elles sont de 2 à 3 milles par jour. Avec

les gros vents d'ouest, les vitesses n'ont pas dépassé 6 milles en vingt-quatre heures. »

M. G. **Cleret** adresse à l'Académie les Chapitres IV, V et VI de son « Histoire de la Création ».

MM. Ed. **Piette** et J. **de Laporterie** adressent une Note ayant pour titre : « Les races humaines ».

M. E. **Maumené** adresse deux Notes intitulées : « Sur la loi des actions de contact » et « Sur les composés de l'acide phosphorique ».

M. V. **Ducla** adresse à l'Académie plusieurs Notes relatives à la classification générale des sels métalliques.

Dans la séance du 30 septembre 1878 l'Académie avait accepté le dépôt d'un pli cacheté de M. A. **Lenoir**.

Sur la demande de la famille de l'auteur, ce pli, inscrit sous le numéro 3246, est ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel. Il contient une Note sur la direction des aérostats.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

---

## BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

### Ouvrages reçus dans la séance du 2 juillet 1894.

*Œuvres de Fermat*, publiées par les soins de MM. Paul Tannery et Charles Henry, sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique. Tome II : *Correspondance*. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1894; 1 vol. in-4°.

*Bulletin des Sciences mathématiques*, rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. Deuxième série. Tome XVIII, avril 1894. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1894; 1 fasc. in-8°.

*Acta mathematica*. Journal rédigé par G. Mittag-Leffler. 18 : 1. Paris, A. Hermann; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Hermite.)

*Le Calcul simplifié par les procédés mécaniques et graphiques*, par M. Maurice d'Ocagne. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1894; 1 vol. in-8°.

*Bulletin de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale*, publié sous la direction des Secrétaires de la Société, MM. Collignon et Aimé Girard. Mai 1894. Paris; 1 fasc. in-4°.

*Bulletin de la Société géologique de France*. Troisième série, Tome XXII. Juin. Paris, 1894; 1 fasc. in-8°.

*Bulletin des séances de la Société nationale d'Agriculture de France*. Compte rendu mensuel. Année 1894. Paris, Chamerot et Renouard; 1 fasc. in-8°.

*Archives des Sciences physiques et naturelles*. Troisième période. Tome XXXI, n° 6. Paris, G. Masson, 1894; 1 fasc. in-8°.

*Annals of the Royal Botanic Garden, Calcutta*. Vol. IV : *The Anonaceæ of British India*, by George King, M. B. Calcutta-London, 1893; 1 vol. in-4°.

*Smithsonian Institution. United States national Museum. Scientific Taxydermy for Museums*, by R.-W. Shufeldt, M. D. Washington, 1894; 1 vol. in-8°.

*La Chimie de la cellule vivante*, par Armand Gautier, Membre de l'Institut, professeur à la Faculté de Médecine de Paris. G. Masson; Gauthier-Villars et fils; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. A. Gautier.)

*Annales de Chimie et de Physique*, par MM. Berthelot, Pasteur, Friedel, Mascart. Septième série, juillet 1894. Paris, G. Masson, 1894; 1 fasc. in-8°.

*Journal de Mathématiques pures et appliquées*. Tome X. Année 1894. Fasc. n° 1. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1894; in-4°.

*Annales agronomiques*, publiées sous les auspices du Ministère de l'Agriculture, par M. P.-P. Dehérain, Membre de l'Institut, etc. Tome XX, n° 6. Paris, G. Masson, 1894; 1 fasc. in-4°.

*Recherches pour servir à l'histoire des insectes fossiles des temps primaires, précédées d'une étude sur la nervation des ailes des insectes*, par Charles Brongniart, assistant de Zoologie du Muséum d'Histoire naturelle. Texte et atlas. Saint-Étienne, Théolier et Cie; 2 vol. in-4°. (Présentés par M. Blanchard.)

*Les Annélides polychètes des côtes de Dinard*. Troisième Partie, par le baron de Saint-Joseph (Extrait des *Annales des Sciences naturelles*, etc.). Paris, G. Masson, 1894; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Milne-Edwards.)

*Sur l'addition des fonctions hyperelliptiques*, par M. le Vicomte de SALVERT, Professeur à la Faculté libre des Sciences de Lille. (Extrait des *Annales de la Société scientifique de Bruxelles.*) Bruxelles, F. Hayez, 1894; 1 br. in-8°.

*Essai de Thermodynamique graphique,* par RENÉ DE SAUSSURE. (Extrait des *Archives des Sciences physiques et naturelles.*) Genève, Aubert Schuchardt, 1894; 1 fasc. in-8°.

*Observations météorologiques* publiées par l'Institut météorologique central de la Société des Sciences de Finlande. 1881 à 1888. Kuopio, O.-W. Backmann, 1893; 4 vol. in-4°.

*Philosophical Transactions of the Royal Society of London,* (A-B) for the year MDCCCXCIII. Vol. 184. London, Harrison and sons, 1894; 2 vol. in-4°.

*Documente privitore la Istoria Românilor culesse de Ludoxiu de Hurmuzaki;* Volumus VIII, 1376-1650. Bucuresci, 1894.

*University of Nebraska Seventh annual Report of the Agricultural Experiment Station of Nebraska.* Lincoln, Nebraska; 1 vol. in-8°.

---

## *ERRATA.*

(Séance du 18 juin 1894.)

Note de M. *Hinrichs,* Notice préliminaire sur un genre inverse des pierres météoriques communes :

Page 1420, ligne 15, *au lieu de* pyroxénée, *lisez* donnée.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

---

### SÉANCE DU LUNDI 9 JUILLET 1894,

PRÉSIDENCE DE M. LŒWY.

---

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président**, en annonçant à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Mallard,* Membre de la Section de Minéralogie, s'exprime comme il suit :

« C'est avec une profonde émotion que je remplis le pénible devoir qui m'incombe, d'annoncer à l'Académie la mort d'un de nos Confrères les plus estimés.

» M. Mallard a succombé vendredi, en quelques heures, à l'âge de 61 ans. En le voyant parmi nous alerte et plein de vie, il y a quelques jours encore, personne n'aurait pu se douter de l'imminence de l'événement qui nous frappe si douloureusement. Ses obsèques ont eu lieu ce matin à $10^h$ et le doyen de notre Section de Minéralogie, M. Daubrée, a rappelé avec éloquence les titres scientifiques, si considérables, de notre

Confrère, dont le caractère aimable et loyal nous inspirait la plus vive sympathie. Je renouvelle ici l'expression des regrets que cause à l'Académie la perte imprévue qu'elle vient de subir et qui prive la Minéralogie d'un de ses représentants les plus illustres. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur les photographies de la Lune obtenues au grand Équatorial coudé de l'Observatoire de Paris*; par MM. **Lœwy** et **Puiseux**.

« La Lune a toujours été, en raison de sa proximité de la Terre, celui des corps célestes qui a le plus attiré la curiosité du public savant, et promis à l'Astronomie physique la plus abondante moisson de découvertes. De faibles moyens optiques permettent, en effet, d'y découvrir une multitude de détails d'un caractère net et persistant. Les premiers observateurs se sont proposé d'interpréter les accidents comme l'œuvre de forces analogues à celles qui agissent à la surface de la Terre. Bientôt même ils ont cru constater des modifications permanentes pouvant être attribuées à l'action de l'eau, de l'atmosphère ou des êtres vivants. Mais une critique plus sévère n'a pas tardé à rendre ces conclusions douteuses. On a reconnu que les changements signalés s'expliquaient presque tous par les déplacements relatifs de la Lune, de la Terre et du Soleil, qui ne retrouvent qu'à de longs intervalles leurs situations primitives. Bientôt les divergences n'ont plus porté que sur les objets délicats et difficilement saisissables. L'insuffisance des descriptions contenues dans les travaux scientifiques est devenue manifeste, et les observateurs ont dû tenter d'obtenir par le dessin une représentation aussi fidèle que possible des apparences révélées par le télescope.

» Ces dessins, exécutés par des procédés divers, et souvent avec une habileté remarquable, trahissent presque toujours par leur facture et leur aspect général la personnalité de leur auteur. Aussi s'est-on trouvé dans un grand embarras chaque fois que l'on a eu à décider, en présence de deux documents contradictoires et inconciliables, s'il fallait croire à un changement réel, ou accuser l'imperfection inévitable des procédés graphiques. Le doute en pareille matière est d'autant plus légitime que les diverses représentations datées d'une même époque ne s'accordent guère mieux entre elles que celles qui ont été faites à de longs intervalles. L'abondance des renseignements, loin de fournir un contrôle décisif, ne

fait qu'augmenter l'incertitude. On comprend d'ailleurs combien la tâche du dessinateur est malaisée, en présence d'un Tableau changeant et complexe. Le temps nécessaire pour décrire ou figurer avec soin une étendue même restreinte de la surface lunaire suffit pour modifier les teintes ou faire apparaître de nouvelles ombres.

» Il est vrai que, par un exercice assidu, l'observateur acquiert une main plus sûre, un coup d'œil plus prompt; mais aussi certaines idées théoriques se précisent dans son esprit, et finissent quelquefois par guider sa main d'une manière plus ou moins inconsciente.

» Ce court aperçu des obstacles opposés aux investigations des sélénographes montre dans quelle direction doit être cherché le remède. Il s'agit d'obtenir des images d'une authenticité incontestable, à la fois précises et riches de détails, toujours comparables entre elles, se rapportant à une époque déterminée et indépendante de toute erreur de perception ou de jugement, commise par l'astronome. De cette manière seulement, on évitera les discussions toujours si délicates qui peuvent mettre en cause la clairvoyance ou l'habileté de l'observateur. Enfin il est désirable que les épreuves puissent être multipliées à de courts intervalles. Une simple comparaison suffira dès lors pour dissiper toute incertitude sur la réalité ou l'interprétation des objets figurés. Il est bien évident que les méthodes photographiques permettent seules de réaliser dans toute son étendue ce programme complexe. Ces remarques faites depuis longtemps semblaient de nature à dicter sans hésitation le choix des astronomes. Aussi accueillirent-ils avec un vif intérêt les premières tentatives faites dans cette voie par Warren de la Rue et Rutherfurd. Mais une objection de la plus haute gravité ne tarda pas à se présenter. L'examen des épreuves obtenues, fait, il est vrai, dans bien des cas, sur des reproductions imparfaites, conduisait à leur attribuer une infériorité considérable par rapport à la vision directe. Des objets délicats, mais offrant encore pour l'œil des teintes et des formes arrêtées, devenaient indiscernables sur la plaque sensible, exposée derrière une lunette de même ouverture. Or c'est sur des détails de ce genre qu'ont porté toutes les discussions engagées entre les sélénographes. La photographie semblait donc incapable de rendre, dans cet ordre de recherches, les services que l'on espérait d'elle. En fait, nous voyons toutes les théories émises jusque dans ces dernières années, sur l'histoire et la constitution présente de notre satellite, s'appuyer exclusivement sur des dessins ou des descriptions verbales.

» Cet insuccès partiel tenait à diverses causes, et avant tout à une adaptation imparfaite des moyens d'exécution matérielle au but poursuivi. A mesure que ceux-ci se sont perfectionnés, on a vu diminuer l'infériorité provisoire de la photographie comparée à l'observation directe. La sensibilité croissante des plaques au gélatino-bromure a permis de se contenter de poses plus courtes. On atténue de cette manière une cause de trouble considérable, consistant dans le défaut de stabilité de l'instrument et dans l'imparfaite concordance de son mouvement avec celui de la Lune. De plus un énorme progrès a été accompli par MM. Paul et Prosper Henry; les perfectionnements qu'ils ont réalisés dans la construction des objectifs spécialement achromatisés au point de vue chimique, les méthodes d'observation si exactes imaginées par eux et qui ont déjà trouvé une application si importante dans la construction de la Carte générale du Ciel feront époque dans l'histoire de la Photographie céleste. Il s'agissait enfin d'obtenir des épreuves dont l'échelle fût équivalente à celle des meilleures Cartes de la Lune, déjà très chargées de détails. Les photographies de Rutherfurd n'auraient pu être portées à cette dimension que par un agrandissement ultérieur excessif qui eût fait acquérir trop d'importance aux défauts et aux lacunes de la couche sensible. On peut effectuer l'agrandissement sur la lunette elle-même avec un oculaire spécial. MM. Henry ont obtenu par ce procédé des résultats extrêmement remarquables. Mais l'instrument dont ils ont fait usage, établi en vue de la Carte du Ciel, n'était pas adapté spécialement à la photographie de la Lune. On conçoit, en effet, que si la construction des Cartes célestes demande un champ considérable, la finesse et les dimensions de l'image prennent une importance majeure dans l'étude des étoiles doubles ou de la surface des planètes. Il convient donc ici de s'adresser à un instrument de grande distance focale, dût-on s'astreindre à une manœuvre plus pénible et plus délicate. Et comme l'équatorial coudé a le privilège de se conduire avec une facilité indépendante, ou peu s'en faut, de la distance focale, il nous a paru devoir offrir la solution la plus satisfaisante du problème posé.

» L'avantage des instruments à grande distance focale a été mis en lumière par les travaux des astronomes américains. L'observatoire Lick possède, comme l'on sait, un équatorial gigantesque de $0^m,91$ d'ouverture et dont la distance focale se réduit à un peu moins de $15^m$ quand on lui applique la lentille de correction destinée aux opérations photographiques. Cet instrument a fourni depuis plusieurs années une série de très beaux

clichés de la Lune. MM. Langley et Holden ont émis l'opinion qu'on pourrait la prendre comme base d'un travail d'ensemble destiné à remplacer toutes les Cartes existantes et à les rectifier au besoin.

» Le D[r] Weinek, de Prague, auteur d'une collection de dessins d'un grand effet artistique, a entrepris de comparer aux négatifs de Lick les objets les mieux étudiés par les anciens sélénographes. La difficulté, en pareille matière, est de mettre le lecteur à même de se former, pièces en mains, une opinion personnelle. Il faudrait pouvoir lui mettre sous les yeux une reproduction des clichés de Lick, aussi détaillée et plus lisible que l'original lui-même. L'usage de la loupe, indispensable avec les épreuves directes, n'est pas pratique quand il s'agit d'acquérir des notions d'ensemble sur le relief du sol ou d'attribuer à des régions étendues leurs caractères propres. D'autre part, l'expérience a conduit le D[r] Weinek à penser que tous les procédés d'agrandissement photographique entraîneraient la disparition de nombreux détails visibles sur les clichés. Il a donc pris le parti d'exécuter ces agrandissements à la main, par un procédé de lavis à l'encre de Chine qu'il a successivement amélioré, et que nous ne connaissons pas encore dans tous ses détails.

» Tout en rendant justice aux travaux du D[r] Weinek, il est permis de croire que l'arrêt prononcé par lui n'est pas sans appel. Nos expériences nous portent à penser, au contraire, qu'un agrandissement photographique exécuté avec soin, dans les dimensions prévues par le projet de M. Langley, rend aisément visibles tous les détails dont on peut affirmer l'existence sur le cliché. Nous ne croyons pas qu'en présence d'un ensemble aussi complexe, le plus habile artiste puisse se flatter d'atteindre le même résultat par un procédé manuel, en laissant à chaque objet sa valeur relative exacte. Il sera toujours indispensable, chaque fois qu'une divergence ou un cas douteux se produira, de recourir à l'original. Alors même qu'il y aurait lieu de rétablir artificiellement sur l'épreuve agrandie quelques détails de l'image primitive, cette opération ne pourrait s'effectuer qu'aux dépens de l'effet plastique et de la vérité générale. En tout cas elle aurait l'inconvénient grave de faire perdre au document photographique son caractère d'absolue authenticité, et d'introduire à nouveau la personnalité de l'observateur dans le domaine d'où il s'agissait de l'exclure. On doit se préocuper aussi du risque des interprétations inexactes. Tous les artistes savent combien il est difficile de rendre d'une manière à la fois fidèle et détaillée un objet lointain, si l'on ne connaît pas à l'avance le sens physique de tous les détails perceptibles.

» Il s'en faut bien que nos connaissances, relativement au relief de la Lune, soient parvenues à ce degré d'avancement. M. Weinek lui-même nous signale, dans les agrandissements exécutés par lui, des accidents assez nombreux dont les observations ultérieures n'ont pas confirmé l'existence, et qui doivent être attribués au défaut de la couche sensible. Le danger de telles confusions disparaît si l'on dispose de plusieurs clichés pris à de courts intervalles. Nous n'avons jamais, pour notre part, négligé cette précaution. Il nous aurait donc été facile de lever l'incertitude, chaque fois qu'elle se serait rencontrée. Mais, en fait, nous n'avons pas été obligés, pour ce motif, de juxtaposer les clichés d'une même soirée. Dans un agrandissement effectué par les procédés chimiques, les défauts de toute nature, grains de poussière ou lacunes de la gélatine, se révèlent le plus souvent avec une sécheresse et une netteté de contour qui les distinguent à première vue des accidents de terrain, toujours modelés et dégradés sur les bords. La comparaison des épreuves sera au contraire indispensable pour vérifier la réalité des objets qui touchent à la limite de la visibilité.

» Il importe enfin, pour faire un choix entre les deux méthodes, de se préoccuper de la durée probable du travail d'ensemble. Il s'agit, avons-nous dit, d'exécuter une carte complète à l'échelle de $1^{m},80$ environ pour le diamètre de la Lune. Le D$^{r}$ Weinek estime à quarante-trois ou quarante-cinq heures la durée du travail effectif exigé par la représentation d'un seul cratère, sous un éclairage particulier. Or, la connaissance exacte du relief linéaire ne peut résulter que de la comparaison d'images obtenues sous des incidences variables des rayons solaires. Une formation importante ne devra être considérée comme bien connue que si l'on a pu la voir éclairée successivement par l'Est, par l'Ouest et du côté du mériden. On jugera, par là, que l'exécution manuelle d'une carte d'ensemble surpasserait les forces d'un travailleur isolé. Comment, d'autre part, diviser la tâche entre plusieurs artistes sans lui enlever son caractère d'unité? Nous croyons donc pouvoir affirmer que le plan de M. Langley n'est pas réalisable par des copies exécutées à la main. On ne fera faire ce pas décisif à la sélénographie qu'en obtenant pour toutes les phases de la Lune des reproductions exclusivement photographiques, et en même temps aussi claires, aussi complètes que les meilleures cartes existantes.

» Tel est le problème dont nous avons abordé la solution en utilisant le grand équatorial coudé de l'Observatoire de Paris. Les épreuves que nous avons l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie nous paraissent de nature à justifier cette ambition. Il n'est point exagéré de dire que plu-

sieurs années seraient nécessaires pour décrire ou dessiner tous les détails visibles sur une seule plaque obtenue en moins d'une seconde de pose. Les épreuves directes surpassent en dimension celles de Lick; elles ne cèdent en rien, pour la finesse, à celles que nous connaissons et supportent un grossissement considérable. Cela ne veut pas dire que nous considérons le travail comme arrivé à son terme. Sur cinquante ou soixante soirées employées à la photographie de la Lune, quatre ou cinq seulement nous semblent avoir donné des résultats irréprochables, et ces dernières se rapportent toutes à des phases comprises entre le premier et le dernier quartier. Encore ce résultat partiel, si lentement acquis, a-t-il exigé une étude minutieuse des difficultés à vaincre et des conditions qui doivent être réunies pour assurer une réussite complète. A plusieurs reprises, nous avons dû apporter à notre instrument des modifications pour lesquelles M. Tisserand, directeur de l'Observatoire, nous a libéralement accordé les crédits nécessaires. Nous croyons être aujourd'hui en mesure de conduire le travail à son terme, en abordant les phases qui réclament une pose plus prolongée.

» La série de nos clichés, sans être encore complète, nous a fourni une matière amplement suffisante pour les expériences d'agrandissement. Nous n'avons pas tardé à nous convaincre que cette seconde partie du travail était aussi minutieuse et aussi délicate que la première, avec cette seule différence de ne pas dépendre de l'heure et de la saison. L'examen et le réglage des différentes pièces de l'appareil, le choix de la source lumineuse et du temps de pose demandent des soins comparables à ceux dont on entoure les déterminations astronomiques les plus précises, et il serait impossible de confier la surveillance immédiate du travail à de simples opérateurs. En présence des résultats obtenus, nous pouvons dire que l'exécution d'un atlas complet de la Lune, dans les dimensions proposées par M. Langley, est dès à présent réalisable avec notre instrument sans qu'il y ait lieu de redouter une dépense excessive de temps et de travail. Une comparaison sommaire de nos agrandissements avec les représentations existantes des mêmes régions suffira aussi, croyons-nous, pour montrer qu'ils réalisent un progrès sensible sur les travaux antérieurs. Nous reviendrons sur ce point, si l'Académie veut bien le permettre, dans une prochaine Communication. »

ASTRONOMIE. — *Sur divers travaux exécutés à l'observatoire de Nice.* Note de M. **Perrotin**.

« Dans la séance du 9 janvier 1893, j'avais l'honneur de communiquer à l'Académie les premiers résultats obtenus à l'observatoire de Nice par M. Charlois dans la recherche des petites planètes à l'aide de la Photographie. Depuis cette date, l'application de ce puissant moyen d'investigation, que les astronomes français, notamment ceux de l'Observatoire de Paris, ont porté à un si haut degré de perfectionnement, s'est poursuivie de manière à nous faire entrevoir, pour un avenir peu éloigné, la réponse à plusieurs des questions qui intéressent notre système planétaire.

» Depuis le 19 septembre 1892 jusqu'à ce jour, M. Charlois a découvert 45 astéroïdes (soit 72 en tout, avec les 27 qu'il avait trouvés par l'observation directe) et, pour y parvenir, il a dû faire 115 clichés renfermant chacun, jusqu'à la grandeur 13,14, toutes les étoiles comprises dans un carré de 11° de côté. L'étendue du Ciel explorée de la sorte par la Photographie correspond à une bande de 11° de large qui, placée le long d'un grand cercle, ferait trois fois et demie le tour de la sphère céleste.

» En même temps que ces 45 planètes nouvelles, M. Charlois en rencontrait 112 déjà connues, fort inégalement distribuées, d'ailleurs, les unes et les autres, sur les divers clichés, puisque 40 d'entre eux ne contenaient absolument rien, pas plus de planètes anciennes que de planètes nouvelles.

» Il peut paraître intéressant de réunir dans un Tableau, et classés par ordre de grandeur, les astéroïdes dont la présence a été révélée par la Photographie. Voici ce Tableau :

| | | Nombre de planètes par ordre de grandeur. | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nombre de clichés. | Planètes. | 7,8. | 9ᵉ. | 10ᵉ. | 11ᵉ. | 12ᵉ. | 13ᵉ. | Total. |
| 115 dont 40 n'ont rien donné .... | Anciennes ... | 5 | 5 | 19 | 32 | 41 | 10 | 112 |
| | Nouvelles .... | » | 2 | 1 | 7 | 20 | 15 | 45 |
| | Total ..... | 5 | 7 | 20 | 39 | 61 | 25 | |

» De son examen se dégagent les faits suivants [1] :

» 1° Le nombre des planètes nouvelles est, dans l'ensemble, notable-

[1] Le présent Tableau complète celui qui a été publié par M. Tisserand et sur sa demande (*Bulletin astronomique,* numéro de mai 1894).

ment plus petit que celui des planètes anciennes. Le premier est presque exactement les quatre dixièmes du second;

» 2° Jusqu'à la douzième grandeur, les planètes nouvelles sont moins nombreuses que les planètes anciennes, mais c'est l'inverse pour les astres plus faibles actuellement connus;

» 3° Pour les divers ordres de grandeur, le nombre total d'astéroïdes (anciens et nouveaux réunis) suit une marche ascendante jusqu'à la douzième grandeur pour diminuer brusquement aussitôt après ([1]).

» Enfin, résultat que le Tableau fait pressentir, mais que montrent mieux encore les nombres individuels qui l'ont fourni, dans ces derniers temps, depuis surtout que la Photographie repasse par des régions déjà explorées, le rapport du nombre des planètes nouvelles à celui des anciennes a très notablement baissé; d'où cette conclusion que le nombre de planètes qui restent à découvrir, jusqu'à la douzième grandeur tout au moins, est nécessairement fort restreint.

» Remarque importante et qui donne un certain poids à ces considérations : les régions photographiées ont été choisies au hasard, le long de l'écliptique ou dans son voisinage, sans qu'on se soit préoccupé à l'avance des planètes déjà connues qui pouvaient s'y rencontrer.

» Ces faits fournissent d'utiles renseignements sur la question si controversée du nombre total de petites planètes et sur celui de leur masse probable qui s'y rattache et nous en font espérer la solution prochaine.

» Bien que résolu théoriquement par Le Verrier, ce dernier problème préoccupe encore certains esprits et demande une solution pratique, dût-on, pour y parvenir, faire usage d'instruments de plus grandes dimensions que ceux dont on se sert aujourd'hui.

» Chemin faisant, d'autres questions se poseront ou se sont déjà posées, celle du groupement des astéroïdes avec la distance moyenne au Soleil, par exemple, et celle, non moins intéressante, de leur mode de distribution dans l'intérieur et le long de l'anneau qui les contient. Cette distribution ne semble pas uniforme si l'on considère que les petites planètes se rencontrent systématiquement dans certaines régions privilégiées du Ciel qui ne dépendent pas exclusivement des circonstances plus ou moins favorables de l'observation.

» Bien que modestes, ces résultats qui, sans la Photographie, auraient

([1]) Remarque faite par M. Newcomb sur le Tableau du *Bulletin*.

exigé de nombreuses années de travail, sont de nature à engager les observateurs à poursuivre la recherche des petites planètes, et leurs précieux auxiliaires, les calculateurs, à continuer à en déterminer les éléments, à les passer toutes au crible de leurs calculs, pour ainsi dire, et, quel que soit leur nombre. Ne devrait-on retenir, en fin de compte, que les astres qui nous intéressent à des titres divers, ceux notamment qui peuvent nous instruire sur le degré de parenté, soupçonné dans ces derniers temps, entre les astéroïdes et certaines comètes périodiques, question qui, comme celles que je viens de rappeler, n'est pas indifférente au progrès de nos connaissances cosmogoniques.

» Je n'aurais pas dit tout le parti que l'on peut tirer des photographies prises à l'observatoire de M. Bischoffsheim, si je n'ajoutais que plusieurs des clichés faits en double, à une année de distance, et contenant le plan invariable du système du monde, peuvent être utilisés en vue de la recherche de la planète ultra-neptunienne (si toutefois cette planète est de 13$^e$ grandeur, au moins).

» Un appareil, dont M. Gautier fait en ce moment l'étude, rendra facile et rapide la comparaison minutieuse de deux clichés représentant la même partie du Ciel, à douze mois d'intervalle.

» Au commencement de l'année dernière, je faisais part à l'Académie du projet formé par M. Bischoffsheim d'établir dans les Alpes-Maritimes, sur le Mounier, à 2800$^m$ d'altitude, une station astronomique destinée à devenir une dépendance de son bel établissement de Nice. J'émettais aussi l'espoir que le nouvel observatoire, terminé dans le courant de l'été 1893, pourrait aussitôt après entrer en fonction.

» Une partie seulement de ce programme a pu recevoir son entière exécution : l'observatoire était bien achevé à la fin du mois d'août, mais, dès les premiers jours d'observation, au commencement de décembre, pendant que mon assistant, M. Prim, l'entrepreneur, M. Maynard, son frère et moi nous trouvions dans la coupole, un incendie se déclarait dans la maisonnette d'habitation, la détruisait complètement à la faveur d'un vent d'une violence extrême et, en nous privant des vivres et des provisions de toute nature qu'elle renfermait, nous forçait, après une descente précipitée, faite en partie la nuit, dans la neige, beaucoup plus pénible d'ailleurs que dangereuse, à chercher un refuge au village de Beuil qui est le point le plus voisin du nouvel observatoire.

» Dès ce moment, tout travail devenait impossible là-haut et devait

être remis à plus tard. C'est d'ailleurs la seule conséquence fâcheuse du déplorable accident qui nous a si brusquement chassés du Mounier. L'Académie apprendra avec plaisir que, grâce à la générosité de M. Bischoffsheim que rien ne décourage, le mal sera bientôt réparé. Une nouvelle maison (en maçonnerie cette fois et non en bois comme la première) est en cours de construction et sera bientôt habitable; la coupole recouverte, à l'origine, avec de la toile imperméable et dont le vent et les intempéries ont eu facilement raison, sera revêtue d'une enveloppe en tôle de fer qui ne saurait subir le même sort. De plus, une galerie abritée reliera la chambre de l'observateur avec la salle de l'équatorial et nul doute dès lors que les études astronomiques ne puissent être bientôt reprises dans des conditions meilleures que celles qu'on avait voulu tout d'abord réaliser.

» Je termine en déposant sur le bureau de l'Académie un exemplaire du deuxième Catalogue de nébuleuses découvertes par M. Javelle avec notre grand équatorial : cela porte à 807 le nombre des nébuleuses dont la position se trouve ainsi fixée avec la précision que comportent des mesures micrométriques, sur les 1050 trouvées en tout par cet observateur. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur de nouveaux dérivés obtenus en partant de l'acide benzoylbenzoïque.* Note de MM. **A. Haller** et **A. Guyot.**

« Les recherches qui font l'objet de cette Note ont été effectuées en partant de l'acide benzoylbenzoïque obtenu par l'élégante méthode de MM. Friedel et Crafts, en traitant un mélange d'anhydride phtalique et de benzène par du chlorure d'aluminium. Nous ferons remarquer qu'en opérant avec du benzène pur et exempt de thiophène, on peut avoir un rendement en acide représentant environ 92 pour 100 du rendement théorique. Si l'on projette du pentachlorure de phosphore dans du sulfure de carbone, tenant partie en dissolution et partie en supension de l'acide benzoylbenzoïque, une vive réaction se déclare, de l'acide chlorhydrique se dégage en abondance, et tout le produit ne tarde pas à se dissoudre. Après avoir chassé dans le vide le sulfure de carbone et les chlorures de phosphore, en ayant soin de ne pas dépasser 100°, il reste une huile brune que l'on décompose facilement, en donnant naissance à de l'acide benzoylbenzoïque et à de l'acide chlorhydrique.

» Quand on dissout cette huile dans le benzène et qu'on ajoute à la solution du chlorure d'aluminium, il se forme, avec un rendement de 85 pour 100 environ, du *diphénylphtalide,* facile à obtenir pur, si l'on a eu soin d'employer un carbure exempt de thiophène.

» La formule dissymétrique du diphénylphtalide étant admise, on peut expliquer les réactions qui précèdent de deux manières, suivant qu'on adopte pour l'acide benzoylbenzoïque l'une ou l'autre des deux formules

$$\text{(I)} \qquad C^6H^4 \begin{cases} CO.C^6H^5 \\ CO\,OH \end{cases},$$

$$\text{(II)} \qquad C^6H^4 \begin{cases} C \begin{cases} OH \\ C^6H^5 \end{cases} \\ CO \end{cases} \!\!\!\! >O.$$

» Dans le premier cas, il se formerait un dérivé trichloré de la forme

$$\text{(III)} \qquad C^6H^4 \begin{cases} C\,Cl^2.C^6H^5 \\ CO\,Cl \end{cases},$$

qui, en présence de benzène et de chlorure d'aluminium, donnerait naissance au composé IV. L'eau décomposerait ensuite ce dernier suivant l'équation

$$\text{(IV)} \qquad C^6H^4 \begin{cases} C \begin{cases} Cl \\ C^6H^5 \\ C^6H^5 \end{cases} \\ CO\,Cl \end{cases} + H^2O = C^6H^4 \begin{cases} C \begin{cases} C^6H^5 \\ C^6H^5 \end{cases} \\ CO \end{cases} \!\!\!\! >O + 2\,HCl.$$

Mais des expériences en cours d'étude nous obligent d'ores et déjà à rejeter cette manière d'interpréter cette réaction.

» Dans le second cas, le perchlorure donnerait naissance au composé V, avec lequel la formation du diphénylphtalide s'expliquerait très aisément :

$$\text{(V)} \qquad C^6H^4 \begin{cases} C \begin{cases} Cl \\ C^6H^5 \end{cases} \\ CO \end{cases} \!\!\!\! >O + C^6H^5 - H = C^6H^4 \begin{cases} C \begin{cases} C^6H^5 \\ C^6H^5 \end{cases} \\ CO \end{cases} \!\!\!\! >O + HCl.$$

» Un fait observé par nous, dans le cours de la préparation du diphénylphtalide, au moyen du chlorure de phtalyle, corrobore inversement cette manière de voir. Si l'on a soin, dans cette dernière opération, d'éviter l'addition de la quantité voulue de chlorure d'aluminium au mélange de benzène et de dichlorure de phtalyle, on obtient, en même temps que du

diphénylphtalide, de l'acide benzoylbenzoïque. Or celui-ci ne peut se former qu'aux dépens d'un corps

$$C^6H^4\left\langle\begin{matrix} C\begin{matrix}\diagup Cl \\ -C^6H^5 \\ \diagdown O\end{matrix} \\ CO\diagup \end{matrix}\right. + H^2O = HCl + C^6H^4\left\langle\begin{matrix} C\begin{matrix}\diagup OH \\ -C^6H^5 \\ \diagdown O\end{matrix} \\ CO\diagup \end{matrix}\right. ,$$

» Si cette formule lactonique de l'acide benzoylbenzoïque ne permet pas de rendre compte d'une façon simple de la formation de l'anthraquinone, elle se prête, par contre, très facilement à l'interprétation des réactions signalées plus haut, de celles qui vont suivre et de beaucoup d'autres déjà connues. Elle concorde, de plus, avec celle qui a été adoptée pour l'acide dioxybenzoyl-o.-benzoïque, par M. Graebe et ses élèves, MM. Kohn et Huguenin.

» *Diméthylamidodiphénylphtalide.* — A une solution d'acide benzoylbenzoïque, dans un grand excès de diméthylaniline, on ajoute peu à peu la quantité théorique de trichlorure de phosphore dilué dans la diméthylaniline. Pendant toute la durée de l'opération, on a soin de maintenir la température au-dessous de 50°. On reprend par l'eau, on alcalinise et on chasse l'excès de diméthylaniline dans un rapide courant de vapeur d'eau. Il reste une huile qui, au bout de quelques mois seulement, se met à cristalliser quand on n'a pas à sa disposition un cristal du produit, pour amorcer la cristallisation.

» Après purification au noir animal et cristallisations répétées au sein de l'alcool, on obtient de beaux cristaux blancs, fondant à 119°, solubles dans la plupart des dissolvants ordinaires, surtout à chaud, et se combinant également aux acides.

» Le *chlorhydrate* $C^{22}H^{19}AzO^2HCl$ constitue des paillettes blanches, perdant leur acide chlorhydrique à 100° et se dissociant facilement au contact de l'eau.

» En nous appuyant sur ce qui précède, nous pouvons traduire la formation de ce composé par l'équation suivante :

$$C^6H^4\left\langle\begin{matrix} C\begin{matrix}\diagup Cl \\ -C^6H^5 \\ \diagdown O\end{matrix} \\ CO\diagup \end{matrix}\right. + C^6H^5Az(CH^3)^2 = C^6H^4\left\langle\begin{matrix} C\begin{matrix}\diagup C^6H^4Az(CH^3)^2 \\ -C^6H^5 \\ \diagdown O\end{matrix} \\ CO\diagup \end{matrix}\right. + HCl.$$

» A côté du produit principal, on trouve dans les liquides mères une huile jaune, dont les solutions sont légèrement fluorescentes, distillables

sans décomposition et dont la quantité semble augmenter quand on emploie un excès de trichlorure de phosphore.

» Oxydé, ce produit donne une coloration violette peu intense.

» *Acide diméthylamidotriphénylméthaneorthocarbonique :*

$$C^6H^4\begin{array}{l}\diagup CH\begin{array}{l}\diagup C^6H^4Az(CH^3)^2\\ \diagdown C^6H^5\end{array}\\ \diagdown COOH\end{array}.$$

» Ce composé s'obtient facilement et quantitativement quand on réduit le phtalide étudié plus haut en solution chlorhydrique par le zinc, ou mieux en solution alcoolique, au moyen de l'amalgame de sodium.

» Cristallisé dans le xylène bouillant, cet acide se présente sous la forme de petits cristaux blancs, peu solubles dans les dissolvants ordinaires et fondant à 190°.

» *Diméthylamidophénylanthranol :*

$$C^6H^4\left\langle\begin{array}{c}C\\ |\\ COH\end{array}\right\rangle\begin{array}{l}\diagup C^6H^4Az(CH^3)^2\\ C^6H^4\end{array} \quad \text{ou} \quad C^6H^4\left\langle\begin{array}{c}C\\ |\\ COH\end{array}\right\rangle\begin{array}{l}\diagup C^6H^5Az\\ C^6H^3Az(CH^3)^2\end{array}$$

» Ce composé prend naissance quand on broie dans un mortier l'acide diméthylamidotriphénylméthaneorthocarbonique avec de l'acide sulfurique concentré. On verse le tout dans l'eau et on neutralise par du carbonate de soude. On obtient ainsi une poudre jaune qui, essorée et séchée, est mise à cristalliser dans le xylène bouillant. Ce composé est très difficile à purifier et les rendements en cristaux purs ne dépassent guère 1 pour 100 de la quantité de matière employée.

» Les cristaux se présentent sous la forme d'aiguilles allongées, d'un jaune d'or, sans point de fusion défini, car elles se décomposent avant de fondre.

» On peut représenter ce corps par l'une ou l'autre des formules indiquées plus haut, mais nous sommes portés à considérer la première comme se rapprochant plus des faits que la seconde. Des recherches en cours d'exécution justifieront cette manière de voir. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Production expérimentale de la péripneumonie contagieuse du bœuf, à l'aide de cultures. Démonstration de la spécificité du* Pneumobacillus liquefaciens bovis. Note de M. S. **Arloing.**

« I. Dans deux Notes insérées aux *Comptes rendus*, les 9 et 16 septembre 1889, j'ai résumé l'état de mes recherches sur la bactériologie de la péripneumonie contagieuse du bœuf. Dans la seconde, j'exposais particulièrement mes tentatives pour déterminer le microbe producteur de la maladie.

« La détermination d'un microbe pathogène est complète, disais-je le » 16 septembre 1889, lorsqu'on a reproduit, par l'inoculation de ses cul» tures, les lésions d'où il procède ».

» Je faisais ressortir alors, qu'il m'avait été impossible de reproduire exactement, c'est-à-dire avec toute leur intensité, les lésions caractéristiques de la péripneumonie naturelle, ou celles qui accompagnent quelquefois l'inoculation de la sérosité virulente du poumon dans le tissu conjonctif sous-cutané ou dermique avec les cultures pures du microbe que j'ai nommé *Pneumobacillus liquefaciens bovis*. Néanmoins, en présence d'une série de faits d'une valeur secondaire, mais tous concordants, obtenus au cours de mes nombreuses tentatives d'inoculations, j'avais conclu à la spécificité du pneumobacille.

» Depuis cette époque, je n'ai jamais cessé de poursuivre la preuve définitive de mon assertion, c'est-à-dire la reproduction intégrale des désordres causés par le virus péripneumonique dans le poumon et le tissu conjonctif à l'aide des cultures du microbe sus-indiqué.

» Les doutes élevés sur la valeur étiologique du pneumobacille, par les personnes qui se sont le plus occupées chez nous de la péripneumonie contagieuse, me poussaient d'ailleurs à fournir cette démonstration; doutes fort sérieux, puisqu'ils se sont traduits un jour par cette hypothèse que la péripneumonie était probablement l'œuvre d'une particule vivante, échappant aux moyens de culture et de coloration actuellement usités dans l'étude des microbes connus.

» Chemin faisant, je me suis aperçu que le pneumobacille déversait, dans son bouillon de culture, des substances toxiques auxquelles les animaux porteurs de lésions péripneumoniques étaient plus sensibles que les animaux sains. J'ai pu m'assurer, en outre, que les cultures complètes, sous

un certain état virulent, donnaient au bœuf, sans lui faire courir aucun danger sérieux, une immunité égale à celle que procure la sérosité du poumon malade, inoculée selon le procédé du docteur Willems, de Hasselt.

» Je reviendrai sur ces points ultérieurement. Aujourd'hui, je désire montrer : 1° que l'agent essentiel du virus se comporte à la manière des microbes ordinaires; 2° que cet agent est le pneumobacille.

» II. Étant admis que la virulence péripneumonique est fonction d'une particule vivante, elle doit grandir avec le nombre des particules présentes dans la sérosité du poumon malade. Si cette particule est un microbe ordinaire et si son véhicule peut lui servir de milieu de culture, en plaçant la sérosité recueillie purement dans les conditions où le microbe peut se multiplier, l'activité de cette dernière augmentera, jusqu'à un certain point, proportionnellement à la durée de la culture.

» Par conséquent, inoculant sous la peau du bœuf des quantités égales de sérosité pulmonaire recueillie purement et soumises préalablement à une incubation dans l'étuve à + 35°, si l'on obtient des effets locaux croissant en raison du temps de l'incubation, on pourra conclure que la virulence péripneumonique est fonction d'un microbe ordinaire. Or, l'expérience a fourni des résultats conformes aux prévisions.

» La sérosité pulmonaire augmente de virulence et se trouble légèrement pendant son passage dans une étuve. Le trouble est lié à la multiplication des germes, comme l'atteste la culture dans la gélatine étalée, quand cette opération est possible.

» Ne peut-on inférer de ces expériences que les agents pathogènes de la péripneumonie sont des particules vivantes aptes à se multiplier dans leur véhicule naturel, autrement dit des microbes tels qu'un certain nombre de ceux que nous connaissons?

» III. Les cultures, dans la gélatine étalée, des sérosités sortant d'une étuve incubatrice, ont révélé simultanément un accroissement de la virulence et du nombre des germes. Si j'ajoute que les colonies les plus nombreuses sont liquéfiantes, il sera logique de déduire que le *Pneumobacillus liquefaciens* est l'agent pathogène de la péripneumonie.

» Mais ce genre de démonstration serait encore une solution indirecte à la seconde question qui nous occupe dans cette Note. Je n'insisterai donc pas, car je suis en mesure de donner une réponse péremptoire.

» J'étais convaincu, d'une part, que les effets de mes inoculations tendant à démontrer le rôle étiologique du pneumobacille s'étaient montrés

insuffisants parce que l'activité du microbe propagé dans mes cultures était originellement trop faible. D'autre part, j'avais remarqué, dès avant 1889, que les organismes contenus dans la sérosité pulmonaire devenaient plus virulents en évoluant sous la peau du bœuf. Il m'était donc permis d'espérer que je trouverais des microbes plus actifs, tels que je les désirais, dans les lésions coccygiennes succédant parfois à l'inoculation willemsienne, lésions graduellement envahissantes en dépit des mauvaises conditions ambiantes. Je souhaitais vivement entreprendre une série de cultures et d'inoculations en puisant la semence dans ces lésions : M. Robcis, vétérinaire sanitaire à Paris, m'en a fourni l'occasion.

» Dans la couche profonde du derme et dans le tissu conjonctif intermusculaire d'une région caudale tuméfiée sous l'influence du virus péripneumonique, j'ai rencontré beaucoup plus de microbes qu'au sein des lésions pulmonaires.

» Ces microbes se sont multipliés rapidement et abondamment dans du bouillon de bœuf fortement peptoné.

» La méthode de Koch pour l'isolement des espèces m'a fait séparer des cultures deux bacilles différant principalement par l'aptitude de l'un d'eux à liquéfier promptement la gélatine. Le bacille non liquéfiant est généralement plus court que l'autre. Tous les deux sont abondamment pourvus de cils. Le bacille liquéfiant répondait donc exactement aux caractères que j'ai assignés jadis au Pneumobacille. En le propageant à l'état de pureté, j'ai pu expérimenter son action physiologique.

» D'abord, j'ai été frappé de l'intensité des effets sous-cutanés de $2^{cc}$ d'une culture de deuxième génération, effets plus rapides mais exactement semblables à ceux de la sérosité pulmonaire la plus active. J'ai pensé que l'occasion était excellente pour tenter des inoculations intra-pulmonaires fructueuses.

» J'ai préparé une culture de troisième génération et, dès le lendemain, j'en poussai $2^{cc}$ dans la profondeur du poumon droit sur un taurillon âgé de 15 mois. Le surlendemain, je répétai cette inoculation. Trois jours plus tard, je sacrifiai le sujet et je trouvai à l'autopsie une masse pneumonique d'un volume supérieur à celui du poing, offrant au plus haut degré tous les caractères des lésions résultant de la contagion naturelle.

» Dans une seconde expérience, j'inoculai dans le poumon d'un jeune bovidé une culture de quatrième génération, à la dose minime de $0^{cc},5$, pour éviter les effets toxiques immédiats des doses massives, et je renouvelai cette inoculation pendant trois jours de suite avec des cultures de généra-

tions successives. Six jours après la première inoculation, je sacrifiai l'animal. L'autopsie a montré des noyaux pneumoniques bien caractérisés et des lésions pleurales siégeant en face de ces derniers, ainsi qu'à la partie antéro-inférieure de la poitrine.

» Enfin, dans une troisième expérience, pour mieux éviter les effets toxiques immédiats, j'injectai simplement les microbes contenus dans $10^{cc}$ d'une culture de dixième génération. L'injection ayant été poussée un peu trop en arrière, le hasard voulut que les bacilles fussent déposés au delà du poumon, sur les deux faces du diaphragme. A l'autopsie, pratiquée cinq jours plus tard, je trouvai un épaississement séro-fibrineux du diaphragme propagé au poumon, en avant, au péritoine et au foie, en arrière; de sorte que ces trois organes faisaient corps dans une tumeur entourée de fausses membranes. Je constatai en outre : une pleurésie très accusée au niveau du péricarde et des deux lobes antérieurs du poumon; du liquide citrin dans la plèvre, le gonflement des ganglions lymphatiques médiastinaux et sous-pleuraux.

» IV. Somme toute, j'ai reproduit sur le bœuf, avec des cultures pures du Pneumobacille comprises entre la deuxième et la dixième génération, les altérations typiques causées sous la peau et dans la poitrine par le virus de la péripneumonie contagieuse. Je puis donc affirmer péremptoirement : 1° que l'agent virulent de la péripneumonie contagieuse est un microbe ordinaire; 2° que ce microbe est le *Pmeumobacillus liquefaciens bovis*.

» Je traiterai, dans une autre Note, les variations biologiques diverses que peut offrir ce bacille pathogène. »

## MÉMOIRES LUS.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Recherches comparatives sur les produits de combustion du gaz de l'éclairage fournis par un bec d'Argand et par un bec Auer.* Note de M. N. Gréhant [1].

« J'ai soumis à de nouvelles recherches les produits de combustion du gaz de l'éclairage, en me servant du procédé chimique par l'oxyde de cuivre, et de mon procédé à la fois physiologique et chimique qui permet de doser avec la plus grande exactitude les moindres traces d'oxyde de carbone.

---

[1] Travail du laboratoire de Physiologie générale du Muséum d'Histoire naturelle.

» Pour absorber complètement l'acide carbonique, j'ai utilisé trois barboteurs de Cloëz remplis d'une solution filtrée de potasse dans l'eau de baryte : on est averti, par un anneau de carbonate de baryte, du moment où le troisième barboteur commence à fixer l'acide carbonique; les deux premiers devenant insuffisants sont remplacés; les gaz traversent ensuite deux tubes témoins à eau de baryte, longs de $0^m,70$, qui doivent toujours rester parfaitement clairs; à la suite du tube à combustion, se trouve un dernier tube à eau de baryte. Tous les points par lesquels pourrait rentrer l'air extérieur sont enveloppés de manchons de caoutchouc pleins d'eau.

» *Vérification de l'appareil.* — Je compose, dans un gazomètre construit sur le modèle de celui du Dr de Saint-Martin, un mélange de 34 litres d'air et de $3^{cc},4$ d'oxyde de carbone pur, mélange à $\frac{1}{10000}$; je fais passer le gaz lentement, bulle à bulle, à l'aide d'une trompe de Golaz et d'un régulateur de pression à mercure, à travers l'oxyde de cuivre rouge; il se produit un anneau très marqué dans le dernier tube à baryte; la décomposition du carbonate de baryte dans le vide de la pompe à mercure a donné $3^{cc},4$ d'acide carbonique, correspondant exactement à $3^{cc},4$ d'oxyde de carbone.

» *Bec d'Argand.* — Je fais allumer un bec d'Argand, qui est enveloppé d'un manchon de cristal et d'un couvercle métallique communiquant par un réfrigérant et un long tube de caoutchouc avec le gazomètre dans lequel on établit une diminution de pression de $2^{cm}$ d'eau; les produits de la combustion remplissent 150 litres en six minutes.

» On fait passer ce gaz lentement sur l'oxyde de cuivre pendant vingt-quatre heures, et l'on obtient, pour $73^{lit}$, un léger anneau de carbonate de baryte qui, décomposé, donne seulement $1^{cc},2$ d'acide carbonique : il existe donc, dans les produits de la combustion du bec d'Argand, une trace de gaz contenant du carbone, mais la proportion en est si faible qu'on peut l'évaluer à $\frac{1}{75000}$.

» En faisant respirer à un chien les produits de combustion d'un bec d'Argand, après avoir pris un échantillon de sang normal pour doser le gaz combustible du sang, j'ai trouvé, au bout d'une demi-heure, qu'un second échantillon de sang a donné la même réduction au grisoumètre, ou 0,91, ce qui confirme le résultat précédent et démontre l'absence de l'oxyde de carbone dans ces produits de combustion.

» *Bec Auer.* — Il n'en est plus de même lorsqu'on opère avec le bec Auer, qui donne une lumière si blanche et si éblouissante.

» En faisant passer $60^{lit}$ de gaz provenant de la combustion de ce bec, j'ai obtenu, après l'oxyde de cuivre, un précipité volumineux que je présente à l'Académie et qui, décomposé dans une expérience toute semblable, m'a donné $23^{cc},2$ d'acide carbonique correspondant à $23^{cc},2$ de formène ou d'oxyde de carbone, ou d'un mélange des deux gaz; la proportion de ce gaz combustible dans les produits de la combustion est égale à $\frac{1}{2580}$.

» En recherchant avec un animal si ce gaz contient de l'oxyde de carbone, j'ai obtenu un résultat positif; après une demi-heure de respiration, j'ai obtenu $1^{cc},3$

d'oxyde de carbone pour $100^{cc}$ de sang, ce qui représentait dans l'air $\frac{1}{4300}$ d'oxyde de carbone.

» Il résulte de ces recherches qu'il y aurait le plus grand intérêt, au point de vue de l'hygiène, à faire échapper au dehors les produits de la combustion du gaz de l'éclairage, surtout ceux qui proviennent du bec Auer. »

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Béraud** soumet au jugement de l'Académie quelques échantillons de couleurs nouvelles, extraites du cobalt.

(Commissaires : MM. Troost, Schützenberger.)

M. **Gilewist** adresse une Note relative à diverses applications du phonographe.

(Commissaires : MM. Cornu, Mascart.)

## CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Images spéciales du Soleil données par les rayons simples, qui correspondent aux raies noires du spectre solaire.* Note de M. **H. Deslandres**, présentée par M. Tisserand.

« Jusqu'à présent, la surface du Soleil a été étudiée simplement avec la lunette et le miroir ordinaires dont les images sont formées par l'ensemble des rayons lumineux ou photographiques. Or, comme le spectre continu du Soleil est sillonné par de très nombreuses raies noires, les images précédentes sont dues en grande partie aux rayons simples des intervalles brillants entre les raies noires, rayons qui, d'ailleurs étant réunis, donnent seulement un résultat moyen. Aussi j'ai proposé déjà (1) d'étudier le Soleil avec chaque rayon simple brillant ou sombre, mais isolé, et dans le but de reconnaître les couches successives du Soleil et de son atmosphère, qui ont été dévoilées au bord par les éclipses totales, mais qui, en temps ordinaire, nous échappent encore, surtout dans la partie projetée sur le dis-

(1) *Comptes rendus* du 26 décembre 1893.

que. Ces couches du Soleil, par le jeu de leurs émissions et absorptions de lumière, produisent ces inégalités du spectre, qui, par contre, peuvent servir à les déceler.

» J'ai l'honneur de présenter à l'Académie les premiers résultats obtenus dans cette voie nouvelle. L'appareil employé comprend un sidérostat, un objectif ordinaire et un spectrographe enregistreur à deux fentes, qui donne l'image d'une source quelconque en lumière monochromatique, d'après le principe général posé par M. Janssen en 1869.

» 1° *Rayons les plus brillants.* — J'ai isolé, d'abord avec le spectrographe, un intervalle brillant entre des raies noires; l'image obtenue, comme on pouvait s'y attendre, est celle de la lunette ordinaire employée seule. Elle montre la photosphère avec les taches et les facules, qui sont brillantes surtout au bord. J'ai constaté seulement que, dans la région lumineuse, la seule étudiée, la distinction entre le fond brillant du disque et les taches et facules est plus marquée pour les rayons les plus réfrangibles (¹).

» 2° *Rayons brillants des vapeurs de calcium.* — Ils doivent être mis à part, car ils sont renversés et émis par des matières non plus liquides ou solides, comme dans le cas précédent, mais gazeuses, et placées plus haut dans le Soleil. Ils donnent avec le spectrographe, comme je l'ai montré précédemment, l'image de la chromosphère entière du Soleil, telle qu'on la verrait isolée de la photosphère. Les plages brillantes sont en accord général de formes avec les facules de la photosphère, mais avec le même éclat sur toute la surface, au centre comme au bord, et avec une extension plus grande, qui souvent cache les taches dont la pénombre en général n'est pas marquée.

» 3° *Rayons relativement sombres correspondant aux raies noires.* — Avec le spectrographe employé, la raie brillante du calcium a une largeur de $0^{mm},06$ à $0^{mm},07$; mais la large raie noire du calcium, qui comprend en son milieu la raie brillante, est, de chaque côté, large au moins de $0^{mm},35$. Or, si l'on isole, avec la seconde fente, une partie de la large raie noire, on obtient, avec une pose à peine plus longue, un résultat curieux et d'ailleurs différent. Les plages brillantes des flammes faculaires apparaissent encore, aux mêmes points du disque, mais moins intenses par rapport au fond, moins étendues, sensiblement de même éclat au centre et au

(¹) Ces épreuves et les suivantes ont été obtenues avec le concours de mon assistant, M. Mittau.

bord; les taches, d'autre part, se montrent nettes et non voilées, avec leur pénombre bien marquée ([1]). J'ai obtenu encore des images semblables dans leurs lignes générales, avec les autres raies noires (fer, aluminium, calcium, carbone) assez larges pour être isolées avec le spectrographe ([2]). Il y a donc là un fait général nouveau spécial à ces raies noires.

» Ces images des raies noires sont intermédiaires entre les images de la photosphère et de la chromosphère; en effet, elles sont fournies en grande partie par les couches solaires productrices des raies noires, qui, vraisemblablement, tiennent à la photosphère comme à la chromosphère, qui, de toute façon, occupent au moins la partie la plus basse de la chromosphère, appelée, en anglais, *the reversing layer*. Ces couches apparaissent, en effet, brillantes et renversées dans les éclipses totales, pendant les deux premières secondes de la totalité, d'après les observations de Young; et, comme elles ont une faible hauteur, une seconde d'arc au plus, elles sont aussitôt cachées par le mouvement de la Lune pendant les éclipses, et ne peuvent pas non plus être étudiées par le spectroscope en temps ordinaire. Les images du Soleil, données par les rayons simples des raies noires, permettent donc d'étudier la répartition et l'intensité des vapeurs correspondantes, qui, jusqu'alors, ont échappé à l'observation, et ouvrent ainsi une voie nouvelle d'investigation.

» Tels sont les premiers résultats obtenus, encore incomplets eu égard aux recherches nombreuses qui restent à faire dans la même direction. Le spectrographe employé, qui est celui déjà décrit pour la photographie de la chromosphère avec la raie brillante du calcium, a, en effet, une dispersion trop faible pour permettre l'isolement des raies très fines du spectre; il ne présente pas non plus les dispositions spéciales qui ont été recommandées pour la recherche des plages brillantes dues à la couronne du Soleil ([3]) et qui ont toujours la même valeur. Les vapeurs du calcium,

---

([1]) Ce résultat avait été prévu à l'aide des spectrographes enregistreurs dits *des vitesses* ou par sections qui montrent dans la large raie sombre un petit renforcement de lumière aux points occupés par une flamme faculaire brillante.

([2]) L'extension des plages brillantes est variable avec les diverses raies isolées.

([3]) Ces dispositions spéciales paraissent encore nécessaires pour mettre nettement au jour les plages dues à la couronne ou aux masses donnant le spectre continu observé pendant les éclipses. Ces plages de la couronne peuvent coïncider avec les plages de la chromosphère gazeuse, puisque l'on a observé des protubérances avec un spectre

d'une part, offrent un grand intérêt, à cause de leur renversement triple, qui annonce trois couches différentes superposées dans le sens de la hauteur. Les deux couches les plus basses, correspondant à la large raie noire et à la raie brillante double ont déjà été obtenues. Il convient de rechercher l'image de la troisième couche, la plus voisine de la couronne, qui est donnée par la petite raie noire centrale. Cette dernière image, d'après les résultats déjà fournis par les spectrographes par sections, ne présentera pas toutes les plages brillantes des couches inférieures; elle permettra de créer entre les flammes faculaires une distinction utile à l'étude de l'atmosphère solaire autour des taches. »

CHALEUR RAYONNANTE. — *Sur les radiations calorifiques comprises dans la partie lumineuse du spectre*. Note de M. AYMONNET.

« Melloni, en 1835 et 1837 ([1]), a fait remarquer :

» 1° Que le maximum de lumière du spectre solaire conserve une position presque invariable, pendant que le maximum calorifique se déplace, et que l'action chimique varie, avec la nature du spectroscope, avec la composition chimique des corps transparents mis en avant de la fente, et avec l'époque des observations faites par un ciel également serein, le Soleil étant à la même hauteur au-dessus de l'horizon;

» 2° Que les humeurs *aqueuses* de l'œil ne laissent arriver sur la rétine que la série d'onde donnant le calorique lumineux;

» 3° Qu'il y a discordance entre les effets optiques et thermiques observés dans la partie lumineuse d'un spectre solaire obtenu avec un spectroscope de sel gemme.

» Jamin et Masson ([2]), en 1850, reprirent les expériences de Melloni, relatives à la troisième remarque, en employant un spectroscope plus parfait optiquement que celui du savant italien, mais hétérogène, composé de flint et de crown. Ils trouvèrent un accord *presque* parfait entre les phé-

---

continu. Parmi les raies à isoler dans ce but, il faut citer la petite raie noire centrale du calcium.

([1]) MELLONI, *Annales de Chimie et de Physique*, t. LX, 2e série, p. 418; 2e série, t. LXXII, p. 334.

([2]) JAMIN et MASSON, *Comptes rendus*, t. XXXI, p. 14.

nomènes calorifiques et lumineux. Cette divergence des résultats obtenus par d'aussi habiles expérimentateurs peut être attribuée aux différences de leurs spectroscopes, et aussi à ce que le sel gemme n'absorbe pas les mêmes radiations que le flint et le crown.

» Jamin ([1]), en 1860, fit des recherches sur la thermochrose des différents tissus et humeurs de l'œil; il reconnut que, pour les radiations obscures, elle est identique à celle de l'eau. Cette identité subsiste-t-elle encore pour les rayons compris entre le rouge et le violet? Si oui, comme plusieurs expérimentateurs ont constaté que l'eau absorbe inégalement les diverses radiations du spectre lumineux, il est certain que l'œil ne peut percevoir les rayonnements de cette région capables d'être absorbés par l'eau.

» Je me suis proposé d'élucider expérimentalement cette question qui intéresse, non seulement la théorie générale de l'Optique, mais encore et particulièrement celle du spectre d'émission et d'absorption.

» Pour cela, j'ai déterminé les pouvoirs de transmission de quatre systèmes d'écrans, placés successivement avant la fente du spectroscope décrit dans ma Note précédente, spectroscope ne livrant passage qu'aux radiations non absorbées par les crowns et les flints les constituant. Ces écrans sont : 1° (M), l'auge γ contenant une couche de 1cm de chloroforme saturé d'iode, ne laissant passer de la lumière qu'entre les limites $-1'56$ et $-15'94$ de la raie A ; 2° (N), l'auge δ, de 2cm, remplie d'eau et suivie de l'auge iodée précédente ; 3° (P), l'auge δ renfermant une solution saturée de sulfate de cuivre dans de l'eau ammoniacale, ne laissant passer de la lumière que vers G, entre $182'19$ et $251'36$ de A ; 4° (Q), une lame de verre rouge, transparente seulement pour les radiations comprises entre $-10'21$ et $50'00$ de A.

» J'ai fait usage de sources artificielles : les lampes Bourbouze et Drummond. Entre chacune d'elles et la pile ou l'œil de l'observateur, la quantité de vapeur d'eau était faible.

» Je me suis servi également du Soleil; comme, entre lui et nous, la quantité d'eau interposée est considérable, nous devons nous attendre à ne pas trouver dans son spectre calorifique lumineux les radiations susceptibles d'être absorbées par l'eau; et nous pouvons prévoir qu'il y aura moins de discordance entre les courbes représentant les distributions de la chaleur et de la lumière dans le spectre R + V solaire, qu'entre les courbes analogues répondant aux spectres des sources artificielles, puisque la plupart des rayons qui absorbent les humeurs de l'œil l'auront été par la vapeur d'eau atmosphérique.

» Les intensités indiquées dans les colonnes 1 et 6 du Tableau suivant corres-

([1]) J. JAMIN, *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. 60, p. 71.

pondent à une fente spectroscopique de $0^{mm},666$ donnant des images monochromatiques de $1^{mm}$ et à une ouverture de pile de $1^{mm},5$ sous-tendant un angle de $15',5$.

| Positions du milieu de la pile. | Lampe Bourbouze vers 1200°. Intensités sans écran. | Rapport de transmission. | | | | Lampe Drummond. Intensités sans écran. | Rapport de transm. | Soleil. Rapp. de transm. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | M. | N. | P. | Q. | | M. | M. | Q. |
| | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 6. | 7. | 8. | 9. |
| | div. | | | | | div. | | | |
| Maximum (¹) — 88'.49... | 804,2 | 0,70 | » | » | 0,55 | 798,6 | 0,75 | 0,77 | 0,56 |
| » — 8.75... | 78,1 | 0,29 | 0,12 | » | » | » | » | 0,14 | » |
| A 0.00... | 60,1 | 0,14 | 0,05 | 0,00 | 0,26 | 106,7 | 0,10 | 0,07 | 0,22 |
| *a* 9.48... | 45,6 | 0,13 | 0,03 | 0,00 | 0,58 | 85,2 | » | 0,03 | 0,16 |
| B 19.55... | 30,6 | 0,16 | 0,04 | 0,01 | 0,18 | 71,4 | » | 0,02 | 0,07 |
| C 30.18... | 21,8 | 0,17 | 0,04 | 0,02 | 0,13 | 57,0 | 0,08 | 0,03 | 0,03 |
| D 57.55... | 8,7 | 0,19 | 0,03 | 0,03 | 0,18 | 27,0 | 0,08 | 0,03 | <0,01 |
| E 97.45... | 3,35 | 0,35 | 0,06 | <0,01 | 0,31 | 9,8 | » | 0,02 | <0,01 |
| *b* 104.45... | 2,88 | 0,37 | 0,06 | 0,08 | 0,29 | 8,4 | 0,17 | 0,01 | 0,00 |
| F 132.40... | 2,09 | 0,45 | 0,08 | 0,03 | 0,31 | 5,4 | 0,53 | 0,01 | 0,00 |
| G 204.69... | 1,20 | 0,60 | <0,01 | 0,21 | » | 1,95 | 0,50 | <0,01 | <0,01 |
| H 268.13... | 0,87 | » | » | » | » | 1,28 | 0,81 | 0,19 | 0,00 |
| H¹ 281.99... | » | » | » | » | » | 1,20 | » | » | » |

» De l'examen de ce Tableau (²), on déduit les conclusions suivantes :

» 1° L'œil ne perçoit pas toutes les radiations comprises entre le rouge et le violet;

» 2° L'œil n'est pas impressionné par les rayonnements interceptés par l'eau;

» 3° Lorsque le milieu interposé entre la source radiante et l'appareil de mesure renferme de l'eau, il y a concordance, mais imparfaite, entre la distribution de la chaleur et celle de la lumière dans la même région du spectre;

» 4° Les raies ou bandes brillantes que nous pouvons observer dans un spectre sont seulement celles ou une partie de celles qui peuvent fran-

(¹) A cette position, le quatrième grand maximum du spectre solaire se superpose aux maxima des lampes Bourbouze et Drummond. Le maximum maximorum du spectre solaire est à $-15',32$.

(²) Si l'on calcule, par la formule de Fresnel, la quantité de chaleur pouvant tomber sur la pile après trois réflexions sur les faces du prisme, sous l'angle du minimum de déviation $= 30°$, on trouve qu'elle est les 0,0002 de la radiation directe. Le rayonnement d'intensité maximum (lampe Bourbouze), supposé non dispersé, fournirait donc après ces trois réflexions une déviation de $0^{cm},16$ : aussi, comme je l'ai trouvé, que la face du prisme opposée à l'angle de réfraction soit noircie ou non, les résultats sont identiques.

chir l'eau. Ainsi il est probable que le sodium émet, dans R — V, d'autres radiations que les raies D;

» 5° Puisque l'eau intercepte les radiations obscures, son spectre d'absorption est discontinu en $\lambda$; il est très probable qu'il en est ainsi pour les spectres d'absorption de tous les corps; aucun d'eux n'est continu ([1]). »

OPTIQUE. — *Sur la polarisation de la lumière diffusée par les surfaces dépolies.* Note de M. **A. Lafay**, présentée par M. A. Cornu.

« L'action des corps dépolis sur la lumière a surtout été étudiée au point de vue de l'intensité des rayons diffusés dans les différentes directions, tandis que peu de travaux ont eu pour but l'étude de la polarisation qui accompagne ce phénomène.

» Sur les conseils de M. Gouy, j'ai entrepris, au laboratoire de physique de la Faculté de Lyon, quelques recherches sur la polarisation de la lumière diffusée par les surfaces dépolies, et cette Note a pour but de compléter sur certains points les résultats que MM. La Provostaye et Desains, et M. Gouy lui-même, ont publiés à ce sujet ([2]).

» Les expériences ont consisté à faire tomber un faisceau parallèle de lumière polarisée sur la face dépolie d'une plaque de verre et à étudier l'influence des conditions expérimentales, telles que : degré de polissage, couleur, incidences d'éclairement, etc., sur la polarisation de la lumière diffusée dans des directions géométriquement définies; cette polarisation est partielle, mais en général considérable. La face postérieure des plaques était noircie afin d'éviter les réflexions intérieures.

» Le mode de représentation suivant permet d'embrasser d'un coup d'œil l'ensemble des phénomènes. Supposons qu'une sphère ait son centre sur la surface diffusante et lui soit invariablement liée; dessinons au point de rencontre de cette sphère et d'un rayon diffusé quelconque une petite ellipse semblable à la vibration elliptique qui lui correspond; en opérant ainsi pour un assez grand nombre de directions et dans des conditions expérimentales différentes, on obtient une série de diagrammes dont la description comparée fait ressortir les points intéressants de la question.

---

([1]) Ces expériences ont été faites au laboratoire d'enseignement de la Sorbonne.

([2]) La Provostaye et Desains, *Ann. de Chimie et de Phys.*, 3e série, t. XXXIV; M. Gouy, *Comptes rendus*, t. XCVIII, p. 978; 1884.

Dans la pratique, on substitue à cette sphère idéale sa représentation en projection stéréographique sur le plan de la surface diffusante.

» Le plan de polarisation de la lumière incidente ayant une orientation quelconque, on remarque généralement sur la sphère deux pointes dont la position paraît déterminer entièrement l'aspect du diagramme. Ces points correspondent aux rayons neutres de MM. La Provostaye et Desains; leur polarisation circulaire et de sens opposés a été découverte par M. Gouy. Pour abréger le langage, nous les appellerons *foyers*.

» Autour d'eux, les ellipses représentatives vont en s'aplatissant très rapidement à mesure qu'on s'éloigne, de sorte que, sauf dans leur voisinage immédiat, la polarisation des rayons diffusés est très sensiblement rectiligne. De ce fait, il résulte qu'on ne peut pas définir avec une exactitude bien grande la ligne de démarcation entre les zones des vibrations *dextrorsum* et *sinistrorsum* qui entourent respectivement chacun des foyers.

» En un point quelconque les axes de l'ellipse correspondante font l'un et l'autre des angles à peu près égaux avec les arcs de grand cercle qui joignent le point considéré aux deux foyers; mais ce n'est là qu'un à peu près qui permet, à défaut de figure, de se faire une idée très approchée de l'aspect d'un diagramme.

» Quand le degré de poli augmente, les foyers se rapprochent l'un de l'autre et s'éloignent du point où le rayon incident rencontre la sphère (nous appellerons ce dernier point *pôle d'incidence*); en même temps la zone d'ellipticité se rétrécit autour d'eux, et la proportion de lumière polarisée augmente.

» Les phénomènes varient dans le même sens quand, le poli restant le même, on emploie de la lumière dont la couleur va du violet au rouge. D'ailleurs, d'une façon générale, les variations dues à l'élément couleur sont de même ordre que les différences entre les angles brewstériens correspondants aux radiations employés et telles que l'augmentation de la longueur d'onde ou du polissage produisent des effets de même sens.

» Quand on fait varier l'orientation du plan de polarisation de la lumière incidente, les foyers décrivent respectivement deux courbes symétriques l'un de l'autre par rapport au plan d'incidence et qui se coupent sur ce plan. Ces courbes peuvent être, aux erreurs expérimentales près, assimilées à deux arcs de cercle, et l'approximation est d'autant plus exacte que le dépoli est plus fin. Ces arcs de cercle ont leur pôle dans le voisinage du pôle d'incidence, et leur rayon a une valeur à peu près égale au double de l'arc ayant même mesure que l'angle brewstérien du verre employé; cette

estimation, qui n'est approchée qu'à 7° ou 8° pour un dépoli grossier, se justifie de plus en plus quand on pousse le polissage.

» Le point d'intersection des deux cercles précédents, que nous appellerons *point principal*, est intéressant à considérer; en effet, en orientant convenablement le plan de polarisation de la lumière incidente on peut obtenir en ce point une vibration d'ellipticité et de sens arbitraire. Il est aisé d'en conclure que le point principal détermine dans le plan d'incidence une direction par laquelle les deux composantes de la lumière diffusée ont une différence de phase équivalente à un quart d'onde. La vérification expérimentale de cette conclusion a montré que, pour le verre et les corps analogues, c'est la composante (¹) située dans le plan d'incidence qui est en avance sur l'autre.

» Quand on fait varier l'incidence d'éclairement de 0° à 90°, le point principal s'éloigne d'abord du pôle d'incidence pour s'en rapprocher ensuite; le maximum d'écart est atteint pour une incidence très voisine de l'incidence principale I, et a lui-même une valeur légèrement inférieure à 2I.

» L'incidence restant constante, pour obtenir une vibration circulaire au point principal, il faut que l'angle de la vibration (¹) incidente avec le plan d'incidence soit d'autant plus faible que le poli est plus fin. D'autre part, à mesure que le polissage augmente, la distance du point principal au pôle d'incidence devient plus grande et le maximum des valeurs qu'elle prend tend vers 2I.

» Ce qui précède résume les caractères principaux de la diffusion sur le verre dépoli; actuellement je me propose d'étudier plus spécialement les rayons diffusés dans le plan d'incidence, afin de pouvoir, en poussant de plus en plus le degré du poli, suivre la variation des phénomènes quand on passe du cas de la diffusion à celui de la réflexion ordinaire. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la relation entre la densité d'une solution saline et le poids moléculaire du sel dissous*. Note de M. GEORGES CHARPY, présentée par M. Henri Moissan.

« Dans une série de Notes présentées à l'Académie en 1892, j'ai attiré l'attention sur quelques simplifications introduites dans l'étude des solu-

---

(¹) Il s'agit bien entendu de la vibration perpendiculaire au plan de polarisation comme la concevait Fresnel.

tions par l'emploi d'une variable convenable pour représenter la concentration. J'ai montré, en particulier, que les densités des solutions salines sont représentées par des courbes très régulières quand on prend comme concentration le nombre de molécules de sel contenues dans 100 molécules de mélange, et que les courbes relatives à différents sels d'une même série se placent, les unes par rapport aux autres, dans l'ordre des poids moléculaires.

» Dans ces calculs, on prenait le poids moléculaire de l'eau égal à 18; sur le conseil de M. Le Chatelier, j'ai repris ces calculs en tenant compte de la condensation des molécules d'eau aux basses températures, indiquée par les travaux de M. Ramsay.

» Si l'on construit les courbes qui représentent les densités en fonction de la concentration moléculaire C, en donnant au poids moléculaire $m$ de l'eau des valeurs graduellement croissantes à partir de 18, on constate que la concavité, $\left(\frac{dD}{dC}\right)$, positive pour $m = 18$, diminue graduellement à mesure que $m$ augmente, s'annule pour une valeur de $m$ qui est toujours très voisine de $m = 3 \times 18$, et devient ensuite négative. Il y a donc une valeur de $m$, voisine de $3 \times 18$, telle que, si on l'adopte, la densité est proportionnelle à la concentration moléculaire.

» Voici les résultats obtenus pour une solution de chlorure cuivrique à 0°.

» Les densités indiquées sont des résultats expérimentaux; on a calculé ensuite pour chaque solution la concentration moléculaire en faisant successivement $m = 18$, $m = 3 \times 18$, $m = 4 \times 18$; ces valeurs sont désignées par $C_1$, $C_3$, $C_4$; les différences entre les valeurs de $\frac{dD}{dC}$ indiquent comment est disposée la concavité de la courbe.

| Densité. | $\frac{dD}{dC_1}$. | Différence. | $\frac{dD}{dC_2}$. | Différence. | $\frac{dD}{dC_3}$. | Différence. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1,4797..... | | | | | | |
| 1,4173..... | 0,0528 | | 0,0231 | | 0,0196 | |
| 1,3529..... | 0,0550 | + 22 | 0,0230 | −1 | 0,0192 | − 4 |
| 1,2881..... | 0,0568 | + 40 | 0,0230 | −1 | 0,0189 | − 7 |
| 1,2204..... | 0,0588 | + 60 | 0,0228 | −3 | 0,0184 | −12 |
| 1,1494..... | 0,0628 | +100 | 0,0232 | +1 | 0,0182 | −14 |
| 1,0796..... | 0,0652 | +124 | 0,0231 | 0 | 0,0177 | −19 |

» Les autres solutions donnent des résultats analogues; la concavité ne s'annule, en général, que pour une valeur de $m$ très légèrement supérieure à $3 \times 18$.

» J'ai recherché si la considération de ces molécules condensées ne permettait pas de mettre en évidence une relation entre la densité d'une solution et le poids moléculaire du sel dissous. J'ai calculé les valeurs de $C_3$ pour un certain nombre de chlorures et de sulfates. Les courbes de densité en fonction de $C_3$ s'écartent très peu de lignes droites. On a alors mesuré les ordonnées (D) correspondantes à une même concentration ($C_3$), pour les différents sels, et divisé ces ordonnées par les poids moléculaires des sels. Les Tableaux suivants donnent les résultats relatifs à deux ordonnées différentes.

| Chlorures. | Poids moléculaire M. | $\frac{D}{M}$ pour $C_3 = 2,5$. | $\frac{D}{M}$ pour $C_3 = 6,5$. |
|---|---|---|---|
| $MgCl^2$ | 95,2 | 0,254 | 0,983 |
| $CaCl^2$ | 110,9 | 0,252 | 0,983 |
| $CuCl^2$ | 134,2 | 0,230 | 0,890 |
| $SrCl^2$ | 158,58 | 0,241 | 0,922 |
| $BaCl^2$ | 208,1 | 0,239 | 0,913 |

| Sulfates. | M. | $\frac{D}{M}$ pour $C_3 = 2$. | $\frac{D}{M}$ pour $C_3 = 4$. |
|---|---|---|---|
| $SO^4Mg$ | 120,44 | 0,125 | 0,63 |
| $SO^4Mn$ | 151,06 | 0,136 | 0,68 |
| $SO^4Ni$ | 155,06 | 0,127 | 0,63 |
| $SO^4Co$ | 155,06 | 0,127 | 0,63 |
| $SO^4Cu$ | 159,36 | 0,126 | 0,63 |
| $SO^4Zn$ | 161,56 | 0,126 | 0,64 |

» Ces calculs se résument dans l'énoncé suivant :

» La densité d'une solution saline augmente proportionnellement à la concentration moléculaire, si l'on admet que le poids moléculaire de l'eau à 0° est environ $3 \times 18$. Les densités de solutions également concentrées de sels analogues sont à peu près proportionnelles aux poids moléculaires de ces sels. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une nouvelle glucosane, la lévoglucosane.* Note de M. **Tanret**.

« L'action de la baryte sur la picéine est particulièrement intéressante. Alors, en effet, que les acides, de même que l'émulsine, dédoublent ce glucoside, avec fixation d'eau, en picéol et glucose, c'est au contraire un anhy-

dride du glucose ou glucosane que je viens d'obtenir en le traitant à 100° par l'eau de baryte. J'ai reconnu, de plus, que cette réaction n'est pas exclusive à la picéine et que d'autres glucosides, comme la salicine et la coniférine, la donnent également. Ainsi se trouvent vérifiées les vues de M. Berthelot sur les glucosides, quand, en 1860, dans sa *Chimie fondée sur la synthèse* (¹), leur étendant la théorie des mannitannides qu'il venait d'établir, il en faisait dériver une partie, non plus du glucose, mais des glucosanes, dont, disait-il, « la formation doit être recherchée à l'avenir ».

» La nouvelle glucosane diffère par ses propriétés physiques, le sens de son pouvoir rotatoire notamment, de la glucosane dextrogyre qui se forme quand on maintient pendant quelque temps le glucose à 170°. Je l'appellerai donc, pour l'en distinguer, *lévoglucosane*.

» *Préparation.* — Pour préparer la lévoglucosane avec la picéine, on chauffe le glucoside en matras scellé, pendant quatre heures, à 100°, avec vingt fois son poids d'eau de baryte; on précipite ensuite la baryte par $CO^2$, on filtre chaud et, après avoir enlevé le picéol par plusieurs agitations avec de l'éther, on concentre la liqueur aqueuse. Quand elle est arrivée en consistance d'extrait, on l'épuise par l'éther acétique bouillant; celui-ci, distillé à son tour, laisse comme résidu la lévoglucosane cristallisée. On la purifie en la faisant recristalliser dans l'eau.

» La réaction est beaucoup plus pénible avec la coniférine et la salicine : ainsi cette dernière a pu être chauffée pendant sept heures à 100° avec de l'eau de baryte, sans donner sensiblement de lévoglucosane. Il faut, pour les dédoubler, employer deux et trois fois plus de baryte que n'en contient l'eau de baryte saturée à froid, et, de plus, prolonger l'ébullition trente à quarante heures. Le reste du traitement est le même qu'avec la picéine. Si toutefois il reste de la coniférine ou de la salicine non dédoublée, on la sépare en partie en reprenant par le moins d'eau froide possible le résidu laissé par l'éther acétique, les glucosides étant bien moins solubles que la glucosane. Mais ce n'est que difficilement et à la suite de cristallisations répétées qu'on arrive à avoir de la lévoglucosane bien exempte de coniférine ou de salicine, ce qu'on reconnaît à ce qu'elle se dissout alors sans coloration dans l'acide sulfurique.

» La quantité de lévoglucosane obtenue avec la picéine est théorique. Il n'en est pas de même avec la coniférine et la salicine : une partie se détruit sous l'influence prolongée de la baryte bouillante et l'on n'a plus que de 20 à 40 pour 100 du rendement prévu.

» J'ajouterai que, dans cette réaction de la baryte sur la picéine, la coniférine et la salicine, il se produit, en même temps que la lévoglucosane, du picéol, de l'alcool coniférylique et de la saligénine, mais accompagnés d'autres dérivés qu'il reste encore à étudier.

» *Composition.* — L'analyse indique pour la lévoglucosane une composition centé-

(¹) Berthelot, *Chimie fondée sur la synthèse*, t. II, p. 276.

simale qui répond à celle d'un anhydride du glucose ([1]). D'autre part, le raoultage de sa solution aqueuse ([2]) lui assigne un poids moléculaire voisin de 162. La lévoglycosane a donc pour formule $C^6H^{10}O^5$.

» *Propriétés physiques.* — La lévoglucosane cristallise en magnifiques cristaux, extrêmement solubles dans l'eau et dans l'alcool. Elle se dissout à froid dans moins de son poids d'eau : $1^p,3$ d'alcool à 60°; $5^p,8$ d'alcool à 90°; $19^p,6$ d'alcool absolu et 24 parties d'éther acétique à 22°. Elle est aussi légèrement soluble dans l'éther. La lévoglucosane fond à 178° et se sublime sans altération quand on la maintient en fusion dans le vide. Elle est lévogyre et a pour pouvoir rotatoire $\alpha_D = -66°,5$ en solution aqueuse à 10 pour 100 et au-dessous, et $\alpha_D = -81°,5$ en solution à 50 pour 100. On a $\alpha_D = -70°,5$ avec l'alcool absolu et $\alpha_D = -77°,5$ avec l'éther acétique. Le pouvoir rotatoire des solutions aqueuses ne varie pas sensiblement avec le temps et la température.

» La lévoglucosane a une densité de 1,59. Sa saveur est légèrement sucrée.

» M. Wyrouboff, qui a bien voulu examiner les cristaux de lévoglucosane, les a trouvés orthorhombiques avec les paramètres

$$1,0164 : 1 : 0,5674$$

ou très sensiblement

$$1 : 1 : \sqrt{\tfrac{1}{3}}.$$

» *Propriétés chimiques.* — La lévoglucosane a pour propriété caractéristique de former du glucose ordinaire, dextrogyre, fermentescible et réducteur, par conséquent, quand on la chauffe avec les acides étendus. Or la lévoglucosane, qui est lévogyre, ne fermente pas avec la levure de bière, et ne réduit pas la liqueur de Fehling. Mais l'hydratation de la lévoglucosane est lente : avec l'acide sulfurique à 2,5 pour 100, par exemple, elle demande près de quatre heures à 100° pour être complète.

» L'émulsine est sans action sur la lévoglucosane. Elle n'est précipitée ni par le sous-acétate ni par l'acétate de plomb ammoniacal.

» *Éthers.* — Des éthers benzoïque et acétique de la glucosane ont déjà pu être préparés. Le premier s'obtient en la traitant par le chlorure benzoïque en présence d'une solution de soude. C'est une poudre blanche, remarquable par sa faible solubilité dans l'eau, l'alcool et l'éther. Cet éther fond à 194° et a une composition voisine de celle d'un éther triatomique $C^6(H^2O)^2(C^7H^6O^2)^3$.

» L'éther acétique, beaucoup plus soluble et, par conséquent, plus facile à purifier, se prépare en chauffant la lévoglucosane avec l'anhydride acétique et un fragment de chlorure de zinc. Il cristallise en aiguilles fusibles à 107°-108°; il a, en solution alcoolique, un pouvoir rotatoire $\alpha_D = -45°,5$. Sa composition répond exactement à la formule $C^6(H^2O)^2(C^2H^4O^2)^3$.

---

([1]) Trouvé : C = 44,63 (I); 44,57 (II); 44,22 (III); et H = 6,35 (I); 6,28 (II); 6,32 (III) pour la lévoglucosane obtenue avec la salicine (I), la picéine (II), et la coniférine (III). Calculé pour $C^6H^{10}O^5$ : C = 44,44 et H = 6,18.

([2]) $P = 10^{gr},63$; $C = 1°,175$. D'où $M = \frac{TP}{C} = 166,8$. Calculé : 162.

» La glucosane se comporte donc avec les acides acétique et benzoïque comme un alcool triatomique. Mais son atomicité ne paraît devoir être définitivement établie qu'après l'analyse d'un plus grand nombre de ses composés. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèses au moyen de l'éther cyanacétique. Éthers phénacylcyanacétiques.* Note de M. T. **Klobb**, présentée par M. Friedel.

« Les recherches entreprises par M. Haller et ses élèves sur l'éther cyanacétique ont eu pour principal objet l'étude des dérivés de substitution fournis, soit par les chlorures acides, soit par certains éthers. Dans le même ordre d'idées, je me suis proposé d'étudier l'action de la bromacétophénone (*bromure de phénacyle*).

» De l'éther cyanacétique sodé, préparé d'après les indications de M. Haller [1], a été traité, molécule à molécule, au sein de l'alcool, par de la bromacétophénone en dissolution dans trois fois son poids d'éther anhydre. Le mélange se colore et laisse déposer un précipité cristallin. Pour isoler les produits formés on chasse par distillation l'éther et l'alcool, et l'on reprend le résidu par l'eau qui dissout le bromure de sodium. Il se sépare une masse brune, le plus souvent demi-fluide, qui se solidifie plus tard. Celle-ci est reprise par l'éther qui s'empare du dérivé monosubstitué, tandis que le dérivé bisubstitué reste insoluble. Ce dernier constitue une poudre très blanche qu'il suffit de faire recristalliser dans l'alcool bouillant. Ainsi obtenu, il se présente sous la forme d'aiguilles fondant à 142°, peu soluble dans la plupart des dissolvants, et répondant à la formule $\begin{matrix} C^6H^5-CO-CH^2 \\ C^6H^5-CO-CH^2 \end{matrix}\!\!>C<\!\!\begin{matrix} CAz \\ CO^2C^2H^5 \end{matrix}$. C'est le *diphénacylcyanacétate d'éthyle*. On peut sans doute interpréter sa formation par l'équation

$$2(C^6H^5-CO-CH^2Br) + 2\left(CHNa<\begin{matrix} CAz \\ CO^2C^2H^5 \end{matrix}\right)$$
$$= 2NaBr + CH^2<\begin{matrix} CAz \\ CO^2C^2H^5 \end{matrix} + (C^6H^5-CO-CH^2)^2C<\begin{matrix} CAz \\ CO^2C^2H^5. \end{matrix}$$

» Le second produit de la réaction, généralement moins abondant, n'est pas aussi facile à purifier. Après évaporation de l'éther, il reste sous la forme d'une masse molle, très colorée, cristallisant à la longue. Cependant, après plusieurs cristallisations dans l'alcool, on finit par obtenir des feuillets blancs fusibles à 54° et qui donnent à l'analyse des nombres répondant à la formule $(C^6H^5-CO-CH^2)CH<\begin{matrix} CAz \\ CO^2C^2H^5. \end{matrix}$ La

---

[1] *Comptes rendus*, t. CIV, p. 1626.

réaction génératrice est donc

$$C^6H^5-CO-CH^2Br + CHNa\Big\langle{CAz \atop CO^2C^2H^5}$$
$$= NaBr + (C^6H^5-CO-CH^2)CH\Big\langle{CAz \atop CO^2C^2H^5}.$$

» Pour confirmer ces résultats, j'ai répété les mêmes essais en prenant comme point de départ le cyanacétate de méthyle : la marche de la réaction a été la même. Les éthers obtenus représentent les homologues inférieurs des deux précédents.

» Le *diphénacylcyanacétate de méthyle* $(C^6H^5-CO-CH^2)^2C\Big\langle{CAz \atop CO^2CH^3}$ est une poudre cristalline blanche fondant à 195°, insoluble dans l'éther, peu soluble dans l'alcool et le benzène bouillants, qui l'abandonnent en aiguilles microscopiques.

» Le *phénacylcyanacétate de méthyle* $(C^6H^5-CO-CH^2)CH\Big\langle{CAz \atop CO^2CH^3}$ est, comme son homologue supérieur, très soluble dans les dissolvants habituels, et fond, comme lui, à 54°. Il se sépare de l'éther en petits mamelons et cristallise au sein de l'alcool en longues aiguilles.

» La diagnose de ces corps est très aisée. Les éthers monosubstitués prennent au contact de la potasse aqueuse une coloration jaune; après dissolution, le liquide précipite en bleu par les acides. Les bisubstitués, au contraire, se dissolvent dans la potasse alcoolique en bleu foncé, et, si l'on acidifie ensuite, il se forme un précipité rouge.

» Je me propose de poursuivre l'étude de ces divers dérivés (1). »

## CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'éther paraphtalodicyanacétique.* Note de M. J. Locher, présentée par M. Friedel.

« En continuant les recherches de MM. Haller (2) et Muller (3) sur l'action réciproque des chlorures acides et de l'éther cyanacétique sodé, nous avons fait réagir sur l'éther sodocyanacétique les chlorures des acides méta-et paraphtaliques. Nous ne nous occuperons dans cette première Note que des expériences faites avec le chlorure de paraphtalyle.

(1) Laboratoire de l'École supérieure de Pharmacie de Nancy.
(2) *Comptes rendus*, t. CV, CVI, CVII.
(3) *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. I, p. 464 et 477.

» *Préparation du chlorure de paraphtalyle.* — Nous avons modifié la préparation ordinaire du chlorure de téréphtalyle; on obtient de bons résultats en opérant de la manière suivante :

» On mélange 1 molécule d'acide paraphtalique, 3,5 molécules de pentachlorure de phosphore et 3 molécules d'oxychlorure; le tout est chauffé pendant six heures au réfrigérant ascendant, au bain de sable; on laisse reposer pendant douze heures, et l'on sépare par décantation le liquide contenant le chlorure dissous, du pentachlorure cristallisé. Le liquide soumis à la distillation fournit deux produits, l'oxychlorure distillant à 108°-110° et le chlorure de téréphtalyle, passant à 258°-259° et fondant nettement entre 77°-78°.

» Ce procédé fournit en moyenne 85-90 pour 100 de la théorie.

*Action du chlorure de téréphtalyle sur l'éther cyanacétique sodé*

$$C^6H^4\begin{cases}COCl\\COCl\end{cases} + 4\,\overset{\diagup CAz}{C}HNaCOOC^2H^5$$

$$= C^6H^4\begin{cases}CO - \overset{\diagup CAz}{C}H - COOC^2H^5\\CO - \underset{\diagdown CAz}{C}H - COOC^2H^5\end{cases} + 2\,\overset{\diagup CAz}{C}H^2COOC^2H^5.$$

» On met en suspension 4 molécules d'éther cyanacétique sodé parfaitement sec et bien pulvérisé dans le quadruple de son poids d'éther anhydre, on ajoute 1 molécule de chlorure de phtalyle, dissous dans le double de son poids d'éther. La masse s'échauffe légèrement et la couleur jaune se change en jaune-orangé. On agite de temps à autre et, après vingt-quatre heures, la réaction peut être considérée comme terminée, l'odeur du chlorure ayant presque entièrement disparu. Le produit de condensation, ainsi que le chlorure de sodium, insolubles tous deux dans l'éther, se précipitent. On filtre et on lave à l'éther chaud pour enlever l'excès de chlorure et l'éther cyanacétique créé par la réaction et l'on essore à la trompe. Puis on dissout dans l'eau froide; on filtre et l'on ajoute de l'acide acétique; l'éther paraphtalodicyanacétique se précipite tandis que le chlorure de sodium et le phtalate de soude, provenant de la décomposition partielle du produit restent en solution. Le précipité, lavé à l'eau froide et séché, forme une poudre blanchâtre, fondant entre 160°-170°.

» Pour purifier le produit, on le fait bouillir avec de l'alcool absolu, on filtre et on laisse refroidir lentement; on obtient ainsi de fines aiguilles. Les rendements sont assez mauvais. 16$^{gr}$,2 d'éther cyanacétique sodé ont fourni ordinairement 3$^{gr}$,2 d'éther paraphtalacyanacétique, soit environ 30 pour 100 de la théorie.

» Cet éther cristallise de l'alcool, du benzène ou du chloroforme sous la forme de longues aiguilles d'un beau blanc, fondant nettement à 179°; il est insoluble dans l'eau froide, soluble plus ou moins dans la plupart des dissolvants organiques, également soluble dans les alcalis caustiques et carbonatés, ainsi que dans l'ammoniaque.

» Il se décompose quand on le chauffe à l'étuve à 100°, de même quand on le fait bouillir avec de l'eau ou des solutions alcalines. Son sel de soude donne une colora-

tion rouge avec le chlorure ferrique, réaction qui, ainsi que l'a démontré M. Haller, caractérise le groupement $\overset{\diagup CAz.}{CO - CH} - COOC_2H_5$.

» L'éther paraphtalodicyanacétique est un véritable acide bibasique que nous avons pu titrer par la soude en solution hydroalcoolique.

» Pour le caractériser nous avons préparé, en outre, et analysé :

» Le *sel cuivrique*, poudre verte cristalline, renfermant 2 molécules d'eau de cristallisation.

» Le *sel plombique*, poudre blanche amorphe.

» Le *sel diargentique*, poudre blanche amorphe, noircissant à la lumière.

» Le *sel ammoniacal*, poudre blanche amorphe.

» *Action de l'eau bouillante sur l'éther paraphtalodicyanacétique.* — Nous avons fait bouillir l'éther pendant plusieurs heures avec de l'eau, espérant obtenir, ainsi que M. Haller [1] et M. Muller [2], un dérivé analogue à la cyanacétophénone :

$$C^6H^4\left\langle\begin{matrix}CO - \overset{\diagup CAz}{CH} - COOC^2H^5\\ CO - \underset{\diagdown CAz}{CH} - COOC^2H^5\end{matrix}\right. + 2H^2O = 2CO^2 + 2C^2H^5OH + C^6H^4\left\langle\begin{matrix}CO - CH^2.CAz\\ CO - CH^2.CAz\end{matrix}\right.$$

» Malheureusement, la molécule s'est scindée en éther cyanacétique et en acide téréphtalique. Le carbonate de soude et la soude à chaud produisent le même résultat.

» Par contre, nous avons pu nettement caractériser la fonction dicétonique de notre composé en préparant sa dihydrazone.

» *Préparation de l'éther paraphtalodihydrazonedicyanacétique :*

$$C^6H^4\left\langle\begin{matrix}\overset{Az - AzH - C^6H^5}{\overset{\|}{C}} - CH(CAz).COOC^2H^5\\ \underset{Az - AzH - C^6H^5}{\underset{\|}{C}} - CH(CAz).COOC^2H^5\end{matrix}\right.$$

» Il s'obtient en faisant bouillir pendant deux heures une solution chloroformique de l'éther avec 2 molécules de phénylhydrazine. Purifié par cristallisation dans l'alcool absolu bouillant, il se présente sous la forme de cristaux incolores, insolu-

---

(1) *Comptes rendus*, t. CI, p. 1270.

(2) *Annales de Chimie et Physique*, 7e série, t. I, p. 497.

bles dans l'eau, peu solubles dans tous les autres dissolvants, et fondant nettement à 260°-261° ([1]). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le goudron de pin*. Note de M. **Adolphe Renard**, présentée par M. Friedel.

« Le goudron de pin, obtenu dans les Landes par carbonisation en meules du bois de pin maritime, se présente sous la forme d'un liquide épais, brun-foncé. Sa densité est 1,054. Soumis à la distillation, il fournit d'abord une petite quantité d'eau, puis un mélange d'hydrocarbures et de phénols distillant de 100° à 400°, que l'on sépare par un traitement à la lessive de soude qu'il importe d'employer bouillante, afin d'éviter d'émulsionner le produit. Après refroidissement, on soutire la liqueur alcaline qui, traitée par un acide, abandonne les phénols; l'huile surnageante, après avoir été lavée à l'eau bouillante, peut être soumise à la distillation. On obtient ainsi environ :

| | | |
|---|---|---|
| Eau | 3,5 | pour 100. |
| Hydrocarbures avant 300° | 12 | » |
| » de 300° à 360° | 45 | » |
| Phénols | 18 | » |
| Brai riche en retène | 21,5 | » |

» Les produits distillant avant 300° sont donc en proportion minime, et, pour en isoler une quantité suffisante, j'ai dû opérer sur 50$^{kg}$ de goudron brut. Par des distillations fractionnées, on peut alors en séparer trois hydrocarbures : un carbure térébique, dont l'étude fait l'objet de la présente Note, et deux autres hydrocarbures, à point d'ébullition plus élevé, sur lesquels je me propose de revenir prochainement.

» Pour isoler le térébenthène, on recueille les produits distillant de 160° à 180°, on les débarrasse des produits oxygénés qu'ils renferment par ébullition avec du sodium, puis on les soumet à une dernière rectification.

» Le térébenthène ainsi obtenu se présente sous la forme d'un liquide incolore, bouillant à 171°-174°. Sa densité à 0° = 0,866.

» Son pouvoir rotatoire est $\alpha_D = -19°,1$. Son indice de réfraction = 1,4785.

» Son analyse conduit à la formule $C^{10}H^{16}$.

» Sa densité de vapeur = 4,6 (théorie, 4,7).

» Exposé sur le mercure dans une éprouvette remplie d'oxygène, il absorbe ce gaz plus rapidement que l'essence de térébenthine.

---

([1]) Travail fait à l'Institut chimique de Nancy (Laboratoire de M. Haller).

» Traité par le brome en solution sulfocarbonique, il donne un produit d'addition $C^{10}H^{16}Br^2$ qui se décompose pendant l'évaporation du sulfure de carbone et dont la composition n'a pu être établie qu'en déterminant la quantité de brome absorbée par sa dissolution jusqu'à coloration rouge. Par l'action directe de brome, il se transforme en un dérivé tétrabromé $C^{10}H^{12}Br^4$ (trouvé, 70,7 Br pour 100; théorie, 70,7), sous forme d'un liquide sirupeux, rouge brun, qui, abandonné pendant plusieurs jours à lui-même, laisse déposer de fines aiguilles qu'il n'a pas été possible de séparer du liquide épais qui les accompagne.

» Il absorbe le gaz chlorhydrique : le produit obtenu, distillé dans le vide, laisse comme résidu un dichlorhydrate solide qui, après cristallisation dans l'alcool, fond à 49°,5. Traité par le gaz chlorhydrique en solution éthérée, il abandonne, après évaporation à l'air de la partie liquide, le même dichlorhydrate fusible à 49°,5.

» Traité par l'acide sulfurique ordinaire, il s'échauffe fortement. Le liquide surnageant, soumis à la distillation, bout vers 170° et laisse un résidu abondant d'un polymère très épais bouillant au delà de 300°.

» Les produits passant vers 170° sont en grande partie formés de cymène; traités par l'acide sulfurique fumant, ils donnent de l'acide cymène-sulfonique dont le sel de baryum répond à la formule $(C^{10}H^{13}SO^3)Ba + H^2O$ (trouvé, 23,5 Ba pour 100; théorie, 23,6).

» Après le traitement à l'acide sulfurique fumant, il reste une petite quantité d'un hydrocarbure bouillant vers 170° qui n'est autre que de l'hexahydrure de cymène $C^{10}H^{20}$.

» Son analyse conduit à la formule $C^{10}H^{20}$.

» Sa densité de vapeur $= 4,8$ (théorie, 4,9).

» Il est inattaquable par le brome à froid et l'acide nitrique fumant [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Composition quantitative des créosotes de bois de hêtre et de bois de chêne.* Note de MM. **A. Béhal** et **E. Choay**, présentée par M. Friedel.

« Avant de commencer ce travail, il importait avant tout d'avoir une créosote à l'abri de tout reproche.

» M. Scheurer-Kestner, à qui nous sommes heureux d'adresser ici nos plus vifs remercîments, nous a donné une certaine quantité d'huile lourde de hêtre pure. Nous devons également à l'obligeance de M. Barré une provision d'huile lourde de chêne.

» Nous avons traité ces deux créosotes de la même façon et avec les mêmes appareils rectificateurs, de façon à rendre les produits comparables. Il est facile, en effet, de comprendre que la créosote étant un mé-

(1) Qu'il me soit permis de signaler à l'Académie l'intelligent concours que m'a prêté dans ce travail M. Olivier Potier, élève du Laboratoire de l'École des Sciences de Rouen.

lange hétérogène sera différente, quoique provenant d'une même huile lourde, suivant la puissance des appareils rectificateurs.

» *Méthode de préparation.* — L'huile lourde provenant de la distillation du goudron de bois est acidulée avec de l'acide chlorhydrique et agitée avec l'eau pour la débarrasser des composés basiques qu'elle renferme. La partie huileuse est décantée, puis dissoute dans la lessive de soude et additionnée d'une quantité d'eau assez considérable. Cette précaution est nécessaire, car les phénates alcalins retiennent en dissolution concentrée une certaine proportion de corps neutres. On décante les huiles surnageantes. On épuise la solution alcaline au benzène, puis on décante le benzène et on fait passer dans la solution alcaline un courant de vapeur d'eau tant que le produit qui distille possède une odeur forte.

» Le liquide alcalin est traité par l'acide chlorhydrique, les phénols mis en liberté sont décantés et la solution aqueuse est épuisée au benzène. Celui-ci est distillé et le résidu de la distillation est réuni à l'ensemble des phénols.

» On rectifie alors deux fois, en se servant d'une colonne Le Bel-Henninger à cinq boules et en recueillant, d'une part, ce qui passe de 200° à 210°, d'autre part ce qui passe de 210° à 220°.

» Dans le cas de la créosote de hêtre, pour $1000^{gr}$ de la portion 200°-210°, on obtient $367^{gr}$ de la portion 210°-220°.

» La densité de la portion 200°-210° à 17° est de 1,085.

» La densité de la portion 210°-220° à 15° est de 1,085.

» La créosote de chêne 200°-210° possède une densité de 1,068 à 15°.

» Nous avons procédé au dosage de ces différentes portions en nous servant de la méthode que nous avons décrite dans les *Comptes rendus* (¹).

» Voici les chiffres trouvés :

» *Créosote de hêtre passant de* 200° à 210°.

| | Pour 100. |
|---|---|
| Monophénols | 39 |
| Gayacol | 26,48 |
| Créosol et homologues | 32,14 |
| Perte | 2,38 |

» *Créosote de hêtre pure passant de* 200° à 220° obtenue par un mélange de la portion 200°-210° et 210°-220°, dans le rapport de $1000^{gr}$ à $367^{gr}$.

| | Pour 100. |
|---|---|
| Monophénols | 39 |
| Gayacol | 19,72 |
| Créosol et homologues | 39,98 |
| Perte | 1,30 |

(¹) Il se présente fréquemment, surtout lorsqu'on opère avec la créosote 200°-220°, que l'homopyrocatéchine et ses homologues retiennent avec énergie de la pyrocatéchine. Dans ce cas, on distille à la pression ordinaire le mélange dont on a pris le poids brut en se servant d'un petit tube Le Bel-Henninger à quatre boules, et en recueillant ce qui passe jusqu'à 250°. Cette portion mise avec deux fois son poids de benzène abandonne sa pyrocatéchine, ou du moins la majeure partie de celle-ci.

» En calculant la quantité de gayacol fournie par le rapport 1000 à 367, et en se basant sur l'analyse de la portion 200°-210°, on voit que la portion 210°-220° ne renferme pas de gayacol.

» *Créosote de chêne* 200°-210°.

| | Pour 100. |
|---|---|
| Monophénols | 55 |
| Gayacol | 14 |
| Créosol et homologues | 31 |

» La créosote de chêne se différencie donc de la créosote de hêtre par sa densité plus faible 1068, par sa richesse plus grande en monophénols et par sa teneur moindre en gayacol.

» On peut aller plus loin et se demander quelles sont les proportions relatives des monophénols entrant dans la créosote. Mais ici nous perdons de notre précision. Les dosages précédents sont, en effet, aussi précis que possible, car répétés sur plus de 4$^{kg}$ de créosote ils conduisent sensiblement aux mêmes résultats. Néanmoins, il nous paraît intéressant de les connaître.

» Voici comment les chiffres ci-dessous ont été fournis :

» Quand tout l'ensemble de la rectification des monophénols dans la recherche qualitative a été fait, nous avons pesé chacune des portions présentant un point fixe et nous avons partagé par le calcul les portions intermédiaires de telle façon que la moitié de cette portion a été attribuée au phénol possédant le point d'ébullition le plus élevé. C'est, pensons-nous, la meilleure façon de partager ces portions qui sont devenues irréductibles par la distillation fractionnée, au moins dans les conditions de l'expérience.

» En opérant de cette manière, on trouve que 100 parties de monophénols renferment, en chiffres ronds :

| | Pour 100. |
|---|---|
| Phénol ordinaire | 13 |
| Orthocrésylol | 26 |
| Méta et paracrésylol | 29 |
| Orthoéthylphénol | 9 |
| Métaxylénol 1, 3, 4 | 5 |
| Métaxylénol 1, 3, 5 | 2,50 |
| Phénols divers non caractérisés | 15,50 |
| | 100,00 |

» Nous pouvons maintenant transporter ces résultats dans ceux fournis par la créosote de hêtre 200°-210°.

» En arrondissant les chiffres trouvés plus haut pour cette dernière, on arrive aux nombres suivants qui peuvent être considérés comme une moyenne :

| | Pour 100. |
|---|---|
| Monophénols | 40 |
| Gayacol | 25 |
| Créosol et homologues | 35 |

» Décomposons les 40 pour 100 de monophénols trouvés en nous basant sur la ré-

partition de 100 parties de monophénols. Nous avons alors la composition suivante :

| | Pour 100. |
|---|---|
| Phénol ordinaire | 5,20 |
| Orthocrésylol | 10,40 |
| Méta et paracrésylol | 11,60 |
| Orthoéthylphénol | 3,06 |
| Métaxylénol 1, 3, 4 | 2,00 |
| Métaxylénol 1, 3, 5 | 1,00 |
| Phénols divers | 6,20 |
| Gayacol | 25,00 |
| Créosol et homologues | 35,00 |
| | 100,00 |

» Il n'est pas sans intérêt de remarquer combien les phénomènes d'entraînement sont considérables dans la distillation des créosotes; on trouve, en effet, dans la partie 200°-210° 5 pour 100 de phénol ordinaire qui bout vers 179°, c'est-à-dire 20° plus bas que la créosote et d'autre part 35 pour 100 de créosol et de ses homologues. Or le créosol bout vers 220°, c'est-à-dire 10° plus haut que la créosote analysée. Ceci nous explique pourquoi la distillation fractionnée directe de la créosote ne donnait pas et ne pouvait pas donner de bons résultats à Marasse.

» En résumé, la créosote de hêtre est plus riche en gayacol que la créosote de chêne; celle-ci possède une densité moindre due à sa teneur plus grande en monophénols et cette même teneur en monophénols doit la rendre plus caustique, la causticité de la créosote étant due essentiellement aux monophénols.

» Nous ferons remarquer combien ces analyses donnent des résultats tout différents de ceux que l'opinion courante sur la composition de la créosote pouvait faire attendre. On croyait, en effet, que la créosote était essentiellement constituée par du gayacol et en renfermait de 60 à 90 pour 100, le reste étant constitué par du créosol et un peu de monophénols. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Accoutumance des ferments aux antiseptiques et influence de cette accoutumance sur leur travail chimique.* Note de M. J. **Effront**, présentée par M. Duclaux.

« J'ai démontré, dans un travail précédent, que l'accoutumance des levures de bières à l'antisepsie des composés du fluor produit un changement manifeste dans le travail chimique de ces organismes. La fermentation secondaire qui consiste dans le dédoublement du sucre en glycérine

et en acide succinique diminue graduellement au fur et à mesure que les levures employées ont été plus ou moins accoutumées aux antiseptiques fluorés; après une accoutumance assez prolongée, leur travail chimique se borne presque exclusivement à la transformation du sucre en alcool et en anhydride carbonique.

» Il m'a paru intéressant de rechercher si d'autres ferments subissent la même influence, quand on les cultive avec des composés fluorés. Une première série de recherches a porté sur le ferment lactique et sur le ferment butyrique.

» Je préparai deux séries d'échantillons identiques d'infusion de malt stérilisée; elles furent additionnées, toutes les deux, de différentes doses graduelles d'acide fluorhydrique; l'une d'elles fut ensemencée avec des cultures pures de ferment lactique; l'autre, de ferment butyrique.

» Je constatai que les quantités d'antiseptique nécessaires pour empêcher le développement de ces ferments pendant deux jours, à la température de 30° C., étaient pour le premier de $25^{mgr}$ d'acide fluorhydrique pour 100 d'infusion, et de $12^{mgr}$ pour 100 d'infusion pour le second.

» Ces quantités déterminées, j'ai pu accoutumer insensiblement les deux ferments à l'action antiseptique du fluor. J'ai employé à cet effet la même méthode que celle que j'avais appliquée aux levures.

» Les premières cultures furent faites avec des infusions auxquelles je n'avais ajouté que $1^{mgr}$ d'acide fluorhydrique pour $100^{gr}$ de liquide; les doses furent successivement augmentées dès que je constatai une augmentation d'acidité dans l'infusion.

» Après une série assez longue de cultures, j'observai que les deux ferments résistaient à des doses d'acide fluorhydrique représentées par $30^{mgr}$ de cet antiseptique pour $100^{gr}$ d'infusion.

» Dans une infusion additionnée de cette proportion d'acide fluorhydrique, le ferment lactique a produit $1^{gr},5$ d'acide lactique pour $100^{gr}$ d'infusion; le ferment butyrique $0^{gr},86$ d'acide butyrique pour une proportion identique d'infusé.

» Ces quantités d'acide se rapprochent beaucoup de celles qui sont produites par les mêmes ferments, à une même température, pendant le même laps de temps et dans les mêmes conditions, dans une infusion de malt non additionnée de combinaison de fluor.

» L'examen microscopique des infusions, après la fermentation, m'a démontré que les ferments qui ont subi l'accoutumance aux composés fluorés, tout en produisant des quantités identiques d'acide, donnent naissance à beaucoup moins de cellules nouvelles que ces mêmes ferments qui n'ont pas subi le traitement antiseptique.

» J'ai constaté, lors du travail de ces deux ferments, les mêmes phénomènes que ceux que j'avais observés pendant le travail des levures de bières; leur pouvoir d'accroissement diminuait considérablement, mais, en même temps, leur pouvoir ferment augmentait dans des proportions semblables.

» Il est évident que, pendant les fermentations lactique et butyrique, de même que pendant la fermentation alcoolique, il se forme, à côté des produits principaux, d'autres produits secondaires. On peut s'en assurer facilement par le dosage du sucre avant et après la fermentation : la quantité disparue ne sera jamais en rapport avec la proportion d'acide formée; celle-ci sera toujours inférieure à la quantité qu'on aurait dû obtenir si l'on déduit théoriquement l'acide du sucre. Jusqu'ici, il n'a pas été fait d'études complètes sur la nature de ces produits accessoires; on ne les connaît guère et il m'a été impossible de déterminer quels sont les composés organiques qui se forment aux dépens du sucre, au lieu et place des acides; cependant le fait est exact, et il peut se vérifier.

» Le changement de travail chimique a été beaucoup plus démonstratif avec le *mycoderma aceti*.

» Pour ces expériences, je me suis servi d'un mélange contenant pour 100 : 6 d'alcool, 1 d'acide acétique, 5 d'infusé de malt stérilisé, d'une densité de 7° Baumé.

» Les cultures furent pratiquées dans des ballons à fond large. En présence de $50^{mgr}$ d'acide fluorhydrique, les liquides ensemencés avec le ferment acétique ne donnèrent pas de voile, ils n'accusèrent pas une augmentation d'acidité, tandis que, dans les ballons témoins, sans fluor, le développement du *mycoderma* fut très régulier et la production d'acide normale.

» Après une série de cultures successives avec $5^{mgr}$, $10^{mgr}$, $15^{mgr}$, $20^{mgr}$, $25^{mgr}$, etc. d'acide fluorhydrique, les semences ont fini par se développer en vingt-quatre heures, en présence de $50^{mgr}$ d'antiseptique, et je suis parvenu, par la suite, à provoquer leur développement, même à des doses de $120^{mgr}$. Le caractère de cette accoutumance se traduisit par le fait que, au fur et à mesure que les ferments présentaient une plus grande résistance à l'antiseptique, l'oxydation se rapprochait de l'équation

$$CH^3CH^2OH + 6O = 2CO^2 + 3H^2O.$$

» Une série de déterminations d'alcool et d'acide acétique dans des liquides ayant subi trois jours d'acétification m'a donné les chiffres ci-après :

| Acide fluorhydrique pour 100 de liquide. | Alcool restant pour 100. | Acide formé pour 100. |
|---|---|---|
| mgr 0 | 1,55 | 4,32 |
| 25 | 1,75 | 3,27 |
| 50 | 1,95 | 1,31 |
| 120 | 1,40 | 0,12 |

» Ainsi, pour 100 parties d'alcool disparu dans le moût, sans acide fluorhydrique, on a trouvé au début 97,08 d'acide acétique formé; avec 25$^{mgr}$ d'acide fluorhydrique, ces quantités étaient dans le rapport de 76,94 d'acide pour 100 d'alcool disparu; avec 50$^{mgr}$ d'acide fluorhydrique, 32,34 d'acide pour 100 d'alcool; enfin, en faisant usage de 120$^{mgr}$ d'acide fluorhydrique, 100 parties d'alcool n'avaient plus donné lieu qu'à la formation de 2,62 parties d'acide acétique.

» Dans toutes ces expériences, j'ai toujours eu soin de ne pas pousser l'acétification jusqu'au delà de la disparition complète de l'alcool; dans ces conditions, il devient impossible d'objecter que l'acide acétique a pu disparaître après avoir été formé.

» L'influence de cette accoutumance sur le travail chimique des ferments est cependant moins caractéristique qu'avec les levures de bières, mais elle est toutefois très manifeste.

» Les changements que j'ai observés dans le travail chimique des ferments, selon qu'ils ont été accoutumés, ou non, à un antiseptique, présentent un intérêt tout particulier pour l'étude des bactéries pathogènes; il me paraît probable que certains ferments pathogènes pourront perdre de leur virulence par un traitement antiseptique, au moyen des composés du fluor; aussi, depuis quelque temps, j'ai entrepris des expériences dans cet ordre d'idées. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Nature des onychomycoses, démontrée par la culture et les inoculations.* Note de M. **J. Sabrazès**, présentée par M. Chauveau.

« Le diagnostic entre le favus et la tricophytie des ongles n'est pas possible cliniquement, même après l'examen microscopique des lésions [1], si bien qu'on ne saurait actuellement affirmer, avec certitude, qu'il existe des onychomycoses favique et tricophytique.

» Nous avons montré, dans un travail antérieur [2], que par culture on pouvait remonter à la cause première des lésions. C'est ainsi que dans un cas nous avons pu affirmer l'altération tricophytique des ongles en même temps que d'une plaque d'herpès circiné, bien que la présence, chez le

(1) Arnozan et W. Dubreuilh, *De la tricophytie des mains et des ongles* (*Archives cliniques de Bordeaux*), janvier 1892.

(2) J. Sabrazès, *Sur le favus de l'homme, de la poule et du chien*, p. 18. Paris, 1893.

même sujet, de godets du cuir chevelu, nous incitât *a priori* à conclure au favus unguéal [1].

» Pour démontrer d'une façon péremptoire la réalité des onychomycoses faviques, il fallait retirer, de la profondeur de la lame unguéale, dans des conditions telles qu'on pût éviter de récolter des germes extérieurs à l'ongle, un champignon identique à celui qu'on aurait isolé, chez les mêmes malades, des godets du cuir chevelu et de la peau glabre. Il était indispensable, en outre, que ce champignon fût susceptible de reproduire, par inoculation, cette lésion décisive, le godet. Tel est le travail que nous avons poursuivi pendant le cours de cette année.

» Après bien des tâtonnements, bien des résultats négatifs, nous avons été assez heureux pour isoler, dans deux cas de favus à godets avec coexistence d'onychomycoses, des champignons qui ne se différencient pas de celui que nous avons décrit dans le *favus humain spontané*.

» Bien plus, l'inoculation du parasite extrait des ongles malades reproduit des godets caractéristiques sur les oreilles de la souris.

» L'existence des onychomycoses faviques, que les recherches cliniques avaient pressentie sans pouvoir l'affirmer, est donc définitivement établie par ces faits expérimentaux. »

ANATOMIE ANIMALE. — *De la coexistence du sternum avec l'épaule et le poumon.* Note de M. **Alexis Julien**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« *Sternum.* — Le tronc des Vertébrés est composé par trois groupes d'organes squelettiques : le rachis (dorsal), les côtes (latérales), le sternum (ventral). Le rachis seul est *constant*. Lorsqu'il est relié au sternum par les côtes, il y a thorax ou poitrine, c'est-à-dire une cavité plus ou moins éloignée de la tête, et logeant les organes respiratoires essentiels (poumon) et le cœur. En rapport physiologique avec la respiration pulmonaire, le thorax ne se rencontre que chez les Vertébrés pulmonés. Mais il n'est *constant* que chez ceux dont la température est constante (Mammifères et Oiseaux), c'est-à-dire dans les deux classes où la respiration pulmonaire atteint son maximum d'activité.

» Os du thorax par excellence, le sternum n'est également *constant* que

(1) La sœur de la malade était atteinte de tricophytie.

chez les Mammifères et les Oiseaux; inconstant chez les Reptiles et les Batraciens, il manque toujours chez les Poissons. Les pièces qui, dans certains genres (Hareng) de cette classe, ont été considérées autrefois comme appartenant au sternum, n'en font réellement pas partie. On les rattache avec raison au système tégumentaire. Le sternum coexiste donc *toujours* avec le poumon, et l'on a le droit de dire : *Sans poumon pas de sternum*. Mais, si de l'existence du sternum on peut toujours conclure à celle du poumon [1], la réciproque n'est point vraie : de l'existence du poumon on ne saurait toujours conclure à celle du sternum : les Serpents, par exemple, sont pulmonés, mais ils n'ont pas de sternum.

» *Composition.* — Le sternum est généralement impair et médian; mais cette disposition est inconstante : dans celui de l'Acontias, par exemple, on trouve deux moitiés latérales distinctes. Constitué par une seule pièce chez les Oiseaux, par douze chez l'Unau, le sternum offre une composition variable non seulement d'une classe à l'autre, mais cette composition varie dans la même classe, dans le même ordre et dans la même famille. Ainsi, dans les Anthropoïdes, on compte trois pièces sternales chez le Gibbon, six chez le Chimpanzé.

» *Forme.* — Les Anciens ont comparé le sternum de l'Homme à une épée de gladiateur. Il est composé de trois pièces (proximale ou poignée, moyenne ou lame, distale ou xiphoïde). Large chez l'Homme et chez l'Orang, le sternum est étroit chez le Magot. Tranchante, la poignée sternale du Rhinocéros dépasse beaucoup en avant la première côte, tandis que celle du Bœuf s'arrête au niveau de cet os. Dans les Édentés, le xiphoïde manque chez l'Unau, mais chez le Phatagin il se prolonge jusqu'au bassin par deux filets distincts. La configuration du sternum varie même dans les Oiseaux, où pourtant la conformité d'organisation est si prononcée. Le sternum de ceux qui volent présente une crête médiane (bréchet), dont les dimensions sont proportionnelles à la puissance du vol; le bréchet manque aux Oiseaux Coureurs (Autruche), preuve manifeste de la corrélation existant entre l'organe et la fonction.

» *Texture.* — Le sternum des Oiseaux est, en général, entièrement osseux. Les deux filets xiphoïdiens du Phatagin sont cartilagineux. Le sternum de la Grenouille est formé par deux pièces, mi-osseuses, mi-cartilagineuses. Enfin, le sternum du Bimane est entièrement cartilagineux.

» *Développement.* — Le sternum des Mammifères, des Oiseaux et de la plupart des Reptiles est une production costale. Chez l'Homme, par exemple, les huit premières côtes [2] d'un même côté se soudent, par leurs extrémités ventrales, en une bandelette longitudinale (bandelette sternale), qui, se soudant, à son tour, avec sa congénère opposée, constitue l'ébauche cartilagineuse du sternum. Mais telle ne peut

---

(1) Le développement du sternum peut précéder celui du poumon (Grenouille); mais, par cela même qu'un animal possède un sternum durant l'état larvaire, on peut affirmer qu'à l'âge adulte il possédera aussi un poumon.

(2) Ruge a montré que le xiphoïde humain dérive du 8e cartilage costal.

être l'origine du sternum de la Grenouille; on sait, en effet, que cet animal est entièrement dépourvu de côtes.

» Le sternum de l'Homme s'ossifie par 6 à 10 points : 1 pour la poignée, 1 pour le xiphoïde, 4 à 8 pour la lame. Ces derniers donnent 4 pièces osseuses, dont la soudure forme une pièce unique. De tous les os humains le sternum est sans doute celui dont l'ossification est le plus irrégulière. Tout varie dans l'ossification de cet os : le nombre des points osseux, leur disposition relative, l'époque de leur apparition et celle de leur soudure. Le sternum des Oiseaux s'ossifie ordinairement par deux points latéraux. Chez les Pics on en trouve 3, dont 1 médian fournissant le bréchet. Chez les Gallinacés il en existe 5 (1 médian et 4 latéraux).

» *Connexions.* — Ainsi que son développement, sa texture, sa forme et sa composition, les connexions du sternum sont extrêmement variables; mais jamais ce segment squelettique n'est indépendant, c'est-à-dire isolé comme l'hyoïde humain; il est *toujours* uni à d'autres organes squelettiques (côtes, épaule).

» Le sternum des Oiseaux s'articule *toujours* avec les côtes et l'épaule. Cette articulation se fait en général avec le coracoïde seul, quelquefois avec le coracoïde et la clavicule (Héron), d'autres fois encore avec le coracoïde et le procoracoïde (Autruche). Le sternum des Mammifères s'articule *toujours* avec les côtes, et le nombre des côtes sternales varie de 1 (Baleine) à 12 (Unau). Celui du Cheval n'est uni qu'avec les côtes, mais celui de l'Homme se joint aussi à la clavicule. Enfin, celui des Monotrèmes est relié non seulement à la clavicule, mais encore au coracoïde, à l'épicoracoïde et même à l'omoplate. Le sternum des Reptiles s'articule *toujours* avec l'épaule, souvent aussi avec les côtes. Celui de l'Orvet n'est uni qu'à l'épaule, seul représentant du membre thoracique; mais celui des Crocodiles se joint aussi aux côtes. Enfin le sternum des Batraciens s'articule *toujours* avec l'épaule; jamais il ne s'unit aux côtes, qui sont rudimentaires ou nulles (Grenouille).

» Le sternum, les côtes et l'épaule sont *constants* chez les Mammifères et les Oiseaux. Les Reptiles qui ont un sternum ont *tous* des côtes et une épaule. Mais il est des Batraciens qui sont dépourvus de côtes, et qui ont un sternum et une épaule. D'autre part, les Serpents, qui possèdent des côtes très développées, mais qui n'ont point d'épaule, sont aussi dépourvus de sternum.

» Le sternum coexiste donc *toujours* avec l'épaule, et on a le droit de dire : *Sans épaule pas de sternum.* Mais ici, comme pour le poumon, la réciproque n'est point vraie : l'Axolotl, qui possède une épaule et un poumon, n'a point de sternum.

» *Conclusions.* — Le sternum varie dans sa composition, dans sa forme, dans sa texture, dans son développement et même dans ses connexions. Rien ne semble donc fixe dans l'histoire de ce segment squelettique. Pourtant, au milieu de cette variabilité presque illimitée, il est possible de distinguer une certaine *constance :*

» Le sternum coexiste *toujours* avec l'épaule et le poumon : *Sans épaule ni poumon pas de sternum.* En d'autres termes, tous les Vertébrés qui possèdent un sternum possèdent aussi une épaule et un poumon; mais la réciproque n'est point vraie.

» A cette remarque générale, vraie pour le type Vertébré *tout entier*, on peut en ajouter quelques autres d'ordre secondaire :

» 1° Le sternum, les côtes et l'épaule ne sont *constants* que chez les Mammifères et les Oiseaux; 2° le sternum s'articule *toujours* avec les côtes et l'épaule dans les Oiseaux, avec les côtes dans les Mammifères, avec l'épaule dans les Reptiles (1) et les Batraciens. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur l'insertion de la membrane de Corti.* Note de MM. **Coÿne** et **Cannieu**, présentée par M. Bouchard.

« Frappés des divergences des différents auteurs au sujet des insertions de la membrane de Corti et plus particulièrement de ses insertions extrêmes, nous avons entrepris une série de recherches portant sur les rochers de l'homme, du chat, du chien, du cobaye, du rat, de la souris, du mouton et du bœuf.

» Tout d'abord, nous devons dire que nous n'avons jamais observé les dispositions décrites par Lœwenberg, c'est-à-dire que nous n'avons jamais vu cette membrane prendre son insertion externe sur la paroi externe de la rampe cochléaire, au niveau d'une sorte de bourrelet situé sur le ligament spiral.

» Dans la majorité des cas, nous avons observé que cette membrane se terminait librement au niveau et au-dessus de la papille spirale sensorielle, et même tout d'abord, nous avions pensé que c'était ce mode de terminaison que l'on pouvait admettre avec la plupart des auteurs. Ces faits attirèrent d'autant plus notre attention que l'un de nous, dans une monographie complète de l'oreille [Coÿne, article *Oreille* (*Dict. encyclopédique des sciences médicales*)] avait vu et décrit l'adhérence de la membrane de Corti aux cellules du sommet, aux piliers, ainsi qu'aux deux ou trois premières rangées des cellules de Corti. Une observation plus rigoureuse des faits nous permit de découvrir un certain nombre de particularités qui nous engagèrent à entreprendre des recherches plus minutieuses, au moyen d'une technique nouvelle.

» Toutes les fois que la *membrana tectoria* nous paraissait se terminer

(1) Il ne s'agit ici que des connexions *constantes* du sternum; car, ainsi qu'on l'a vu plus haut, ce segment squelettique peut aussi s'articuler avec l'épaule dans les Mammifères, avec les côtes dans les Reptiles.

librement vers sa partie externe, nous pouvions observer l'un des trois ordres de faits suivants :

» 1. Certaines cellules de Corti ou bien de Claudius n'étaient plus à leur place; elles étaient séparées de la membrane basilaire et on les retrouvait éparses dans la rampe cochléaire.

» 2. Souvent ces cellules restaient attachées à l'extrémité externe de la membrana tectoria; elles avaient été arrachées de l'endroit qu'elles occupaient et avaient suivi cette membrane dans son ascension.

» 3. Dans d'autres circonstances, enfin, on observait, sur une coupe longitudinale du limaçon, que la partie externe de la membrane présentait des irrégularités indiquant qu'elle avait été brusquement arrachée. Si alors on examinait l'organe de Corti, on voyait au-dessus de lui une couche formée par une substance claire, transparente, striée transversalement, en tout semblable à celle qui constituait la membrane de Corti. La surface interne de cette sorte de cuticule présentait également des irrégularités correspondant à celles dont nous avons parlé sur l'extrémité libre de la membrane.

» Il était donc évident que cette membrane adhérait à l'organe de Corti et aux cellules externes de Claudius; et nous pensâmes que les particularités que nous avions observées et dont nous venons de parler étaient dues à des ruptures déterminées par les manipulations nombreuses qu'on fait subir aux rochers avant d'en faire des coupes. Après un grand nombre de tâtonnements, nous nous sommes arrêtés à une technique que l'on trouvera exposée dans un travail ultérieur, plus étendu que celui-ci. Cette technique nous a permis d'obtenir des préparations caractéristiques.

» D'après nos recherches, la membrane de Corti présentait deux insertions bien visibles passant par l'axe du limaçon. La partie interne de cette membrane s'insère en effet sur la protubérance de Huschke. Cette insertion commence au niveau du point d'origine de la membrane de Reissner. Là, cette membrane est constituée par une couche transparente, à peine striée, excessivement mince. Elle augmente insensiblement d'épaisseur jusqu'au point où elle devient libre et où elle recouvre le *sillon spiral interne*. Cette insertion s'effectue donc sur une surface assez étendue et comprend toute cette partie que Lœwenberg appelait la *partie interne* de la membrane de Corti.

» Quant à l'insertion externe, elle est également assez étendue. Il est relativement facile de l'observer chez les jeunes chats. Le rocher, après décalcification et coloration, peut fournir facilement des coupes en série.

Si nous suivons la membrane de Corti, nous voyons qu'elle ne s'arrête pas, ainsi que le pensait Kölliker, au niveau du bourrelet épithélial qui touche le côté extérieur de la protubérance.

» Chez le chat, elle s'accole tout d'abord aux cellules en éventail (cellules de Waldeyer) qui précèdent les cellules du sommet, puis elle adhère à ces dernières. Elle continue vers l'extérieur et, dans son trajet, elle s'accole aux piliers de Corti, puis aux cellules de Corti et de Deiters (aux trois rangées) et enfin se termine au niveau des deux ou trois premières rangées des cellules externes de Claudius : c'est au niveau des cellules de Waldeyer que la membrana tectoria du chat présente la plus grande épaisseur; elle diminue insensiblement en allant vers l'extérieur, et finit par se confondre avec la cuticule qui recouvre les cellules de Claudius.

» Comme on peut s'en rendre compte, la membrane de Corti est donc adhérente dans sa partie externe, mais cette adhérence commence plus tôt que ne l'avait décrit l'un de nous et se prolonge plus loin qu'il ne l'avait cru tout d'abord [Coÿne, article *Oreille* (*Dictionnaire encyclopédique des Sciences médicales*)].

» *En résumé*, la membrane de Corti, sur une coupe longitudinale du limaçon se présente sous la forme d'une membrane assez épaisse vers sa partie centrale, se terminant par deux extrémités à peu près semblables, minces, allongées, dont l'une, l'interne, prend insertion sur la protubérance de Huschke et l'autre, l'externe, sur les cellules de Waldeyer, les cellules du sommet, les piliers, les cellules de Deiters et de Corti, et les premières rangées des cellules de Claudius. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Note sur la topographie de l'urèthre fixe, étudiée sur des coupes de sujets congelés.* Note de M. L. **Testut**, présentée par M. Bouchard.

« Chacun sait que l'urèthre fixe, je veux dire la portion du canal de l'urèthre comprise entre le col de la vessie et l'angle prépubien, décrit une courbe dont la concavité regarde en haut et en avant quand le sujet est debout, en haut et en arrière quand il repose dans le décubitus dorsal. La nature géométrique de cette courbe, le point où elle commence et celui où elle finit, sa longueur, la direction exacte de ses différents segments, ses rapports précis avec la symphyse pubienne sont autant de questions qui intéressent au plus haut point l'anatomiste et le chirurgien. Pour les ré-

soudre, on a utilisé tour à tour la dissection sur pièces préalablement durcies, les injections dans l'urèthre de substances solidifiables, l'emploi de fiches enfoncées dans la symphyse pubienne, les coupes de sujets congelés. De ces différents procédés, le dernier, en fixant les organes dans leur forme et leurs rapports réciproques, me paraît de beaucoup préférable à tous les autres; c'est celui que j'ai mis en usage. J'ai choisi quatre sujets adultes de trente à quarante ans, et, après les avoir fait congeler dans l'attitude debout, j'ai pratiqué sur le bassin une série de coupes verticales et antéro-postérieures. L'étude de la coupe médiane, intéressant l'urèthre dans toute son étendue, m'a permis de constater, quant à la topographie de ce canal, un certain nombre de faits que je résume dans les quelques observations suivantes :

» 1° Le col de la vessie, tout d'abord, se trouve constamment situé au-dessus et en arrière de l'extrémité inférieure de la symphyse ou angle symphysien. Un intervalle de $23^{mm}$, en moyenne, le sépare de cet angle.

» 2° Une horizontale menée par le col rencontre la symphyse à sa partie moyenne ou un peu au-dessus de sa partie moyenne. Dans un cas étudié et figuré par Braune (*Atlas*, Pl. II), elle passait par l'extrémité supérieure de la symphyse, mais ce fait est tout à fait exceptionnel.

» 3° La distance qui sépare le col de la symphyse est, en moyenne, de $23^{mm}$.

» 4° Le point le plus déclive de l'urèthre est toujours situé en avant de l'aponévrose périnéale moyenne, le plus souvent au niveau ou au voisinage d'une verticale passant par l'angle symphysien. Ce point déclive est séparé de l'angle symphysien par un intervalle moyen de $18^{mm}$. J'ai observé un minimum de $12^{mm}$ et un maximum de $25^{mm}$; cette donnée est, par conséquent, très variable.

» 5° L'angle prépubien de l'urèthre a, par rapport au pubis, une situation fort variable. Je l'ai toujours trouvé au-dessous d'une ligne horizontale passant par l'extrémité inférieure de la symphyse, sauf dans un cas où il remontait jusqu'à cette ligne, mais sans la dépasser.

» 6° La longueur de l'urèthre fixe est, en moyenne, de $65^{mm}$ à $70^{mm}$, dont $40^{mm}$ pour la portion située en amont du point déclive et $25^{mm}$ ou $30^{mm}$ pour la portion située en aval.

» 7° Si de l'horizontale passant par le col, nous abaissons deux verticales, l'une sur le point déclive, l'autre sur l'angle prépubien, nous constatons que ces verticales mesurent en moyenne, la première $38^{mm}$, la seconde $32^{mm}$ seulement. L'urèthre descend donc à $38^{mm}$ au-dessous du

niveau occupé par le col, et remonte ensuite pour atteindre l'angle prépubien. Toutefois, cette ascension est peu considérable, puisqu'elle n'est que de 6mm. Je dois ajouter que l'urèthre, entre le point déclive et l'angle prépubien, n'a pas toujours une direction ascendante. Sur deux de mes sujets, la distance en projection qui se trouve comprise entre une horizontale menée par le col et le point le plus déclive de l'urèthre est exactement égale à celle qui sépare cette même horizontale de l'angle prépubien. Sur ces deux sujets, par conséquent, le canal de l'urèthre, du point le plus déclive à l'angle prépubien, suit un trajet parfaitement horizontal et je remarque qu'il en est de même dans l'observation précitée de Braune.

» 8° La distance en ligne droite qui sépare le col de l'angle prépubien, autrement dit la corde de l'arc que décrit l'urèthre fixe autour de la symphyse, est évaluée par M. Sappey à 70mm. Elle atteint même 75mm sur le sujet étudié par Braune. Ces chiffres me paraissent un peu trop élevés. J'ai obtenu, dans mes quatre observations, 58mm, 54mm, 55mm et, de nouveau, 54mm : soit une moyenne de 55mm.

» 9° On retrouve un peu partout cette assertion de Gély que la courbe uréthrale se rapporte assez sensiblement à une portion de circonférence engendrée par un rayon de 60mm et que sa longueur représente un peu moins du tiers de cette circonférence. Formulé d'une façon aussi explicite et sans tenir compte des variations individuelles, cette proposition n'est pas acceptable. M. Guyon, sur deux sujets, a trouvé un rayon de courbure qui mesurait 60mm sur le premier, mais 30mm seulement sur le second. Je dois avouer que sur les quatre sujets que j'ai examinés et dont j'ai actuellement sous les yeux les coupes uréthrales, je n'ai jamais rencontré dans le trajet décrit par l'urèthre une portion de circonférence, mais bien une courbe fort irrégulière, se prêtant d'autant moins à une définition géométrique qu'elle varie pour chaque sujet. La seule formule qui paraisse se dégager de l'étude comparative de mes observations est celle-ci : *l'urèthre fixe se compose d'un segment initial à peu près rectiligne et d'un segment terminal également rectiligne, réunis l'un à l'autre par une courbe de raccordement*. Cette courbe de raccordement elle-même varie beaucoup dans sa longueur et dans sa nature, et n'est pas nécessairement une portion de circonférence. En menant deux tangentes par le côté extérieur des deux segments initial et terminal, et en les prolongeant l'une vers l'autre, on les voit se réunir en arrière du canal de l'urèthre en formant un angle que l'on pourrait appeler *angle de courbure de l'urèthre fixe*. Mais cet angle, au lieu d'être fixe, varie dans des proportions considérables : sur mes

quatre sujets je l'ai vu obtus chez l'un d'eux seulement (106°), aigu chez les trois autres (58°, 63° et 65°). N'est-ce pas le cas de répéter qu'il n'y a pas un urèthre, mais des urèthres, presque autant d'urèthres que d'individus [1]. »

BOTANIQUE. — *Sur la mesure de l'absorption de l'eau par les racines.* Note de M. **Henri Lecomte**, présentée par M. Duchartre.

« Un grand nombre d'expériences, et en première ligne celles de Dutrochet et de Schumacher, ont mis en évidence l'absorption de l'eau par les plantes. Celles de Hales, répétées par Mirbel et Chevreul, Hofmeister et Clarke, ont servi à donner une mesure approchée de cette force d'absorption. Enfin Mac Nab, Pfitzer, Sachs, etc., ont pu suivre la rapidité de l'ascension; mais, à notre connaissance, on n'a jamais eu l'occasion de fournir la mesure quantitative du liquide absorbé dans le sol par un tronc d'arbre, en dehors de toute évaporation par les feuilles.

» Dans un voyage que nous venons de faire au Congo français, nous avons eu l'occasion de rencontrer, à chaque pas, surtout dans les endroits un peu humides, un arbre d'assez grande taille, le *Musanga* (*Smithii*), de la tribu des Conocéphalées, famille des Urticacées, dont tous les troncs coupés récemment ou même depuis longtemps laissaient dégoutter de l'eau en assez grande quantité.

» Le *Musanga*, fréquemment visité par les singes qui se montrent très friands de son fruit, est un grand arbre atteignant facilement $20^m$ à $25^m$ de hauteur; son tronc régulier, recouvert d'une écorce grisâtre, *riche en tannin*, se termine à la partie supérieure par de grosses branches portant des feuilles composées digitées, à 13 ou 15 folioles habituellement. Le tronc, divisé à la base comme celui des Palétuviers, s'enfonce dans le sol par un grand nombre de ramifications. Nous avons pu expérimenter sur cet arbre aussi parfaitement qu'il était possible de le faire dans un long voyage, pour lequel on n'emporte nécessairement qu'un matériel restreint, et nous avons répété nos expériences sur des arbres différents.

» Ayant coupé un arbre à $1^m,60$ du sol, nous avons mesuré la section qui présentait une forme ovale, de $0^m,49$ pour le grand axe de l'ellipse et de $0^m,40$ pour le petit. La section du tronc attenant au sol a été creusée en gouttière et un récipient a été

(1) Laboratoire d'Anatomie de la Faculté de Médecine de Lyon.

disposé à l'orifice inférieur de cette gouttière. La section ayant été faite vers $5^h$ du soir le 6 janvier 1894, en pleine saison des pluies, c'est-à-dire dans une atmosphère presque saturée de vapeur d'eau, nous avons placé le seau sous la gouttière à $6^h$ et nous l'avons laissé en place toute la nuit. Le lendemain à $7^h$ du matin, c'est-à-dire après treize heures, nous avons trouvé le seau plein et contenant $9^{lit},250$ d'*eau* (nuit sans une seule goutte de pluie). Cette quantité énorme d'eau rejetée par le tronc est cependant au-dessous de la valeur réelle, car le seau plein avait dû déborder; de plus la toile avait dû laisser échapper une certaine quantité d'eau. Le seau, retiré à $7^h$ du matin, fut replacé à $8^h$ et à midi il contenait $2^{lit},370$ d'eau. Enfin, replacé de nouveau à midi, il recevait encore $1^{lit},440$ de liquide jusqu'à $4^h$ du soir. Il résulte de cette série d'expériences que ce tronc de Musanga a laissé exsuder :

| | lit | |
|---|---|---|
| Première période.................... | 0,711 | par heure |
| Deuxième période.................... | 0,587 | » |
| Troisième période.................. | 0,360 | » |

» Ces résultats nous ont paru intéressants à signaler, en raison de la quantité énorme d'eau rejetée. Le Gorille connaît bien, paraît-il, cette propriété du Musanga, car, avec la grande force qu'il possède, il arrache les branches et se désaltère à même la plaie.

» Nous avons cru devoir étudier sommairement l'eau ainsi aspirée par l'arbre. Elle n'est pas pure, car l'acide phospho-molybdique y détermine un précipité jaune, indiquant la présence d'un alcaloïde. Avec la solution de nitrate d'argent, elle prend une légère teinte opalescente qui décèle un chlorure. Or la même solution de nitrate d'argent n'a donné aucun précipité avec l'eau d'une rivière située à peu de distance de l'arbre sur lequel nous avons expérimenté. »

PÉTROGRAPHIE. — *Sur la nature pétrographique du sommet du mont Blanc et des rochers avoisinants*. Note de MM. **J. Vallot** et **L. Duparc**, présentée par M. Daubrée.

« La limite des micaschistes et de la protogine est mal connue dans les parties élevées du mont Blanc. Alph. Faure la faisait passer au Dôme du Goûter. Depuis lors, l'étude de l'emplacement de l'observatoire du mont Blanc a fait remarquer à l'un de nous, en 1888, que les rochers des Bosses étaient, en partie, formés par des micaschistes plus ou moins granulitisés ou protoginisés et par des amphibolites à grain fin. En 1892, M. Michel-Lévy, d'après l'examen d'un échantillon de protogine qu'on lui avait apporté des rochers de la Tournette, faisait passer la limite aux environs de

ces rochers. Enfin, la même année, M. Mrazec analysait un échantillon de protogine provenant du rocher de la Tourette, laquelle avait été signalée par de Saussure.

» D'après ces diverses recherches, il semblait bien avéré que le sommet du mont Blanc était réellement constitué par la protogine; toutefois, certaines remarques, faites au cours de plusieurs ascensions au mont Blanc, nous amenèrent à penser que cette assertion n'était pas exacte.

» En 1893, nous avons visité soigneusement tous les pointements rocheux qui émergent aux environs du sommet du mont Blanc, et nous avons constaté que la plupart d'entre eux sont constitués, non point par de la protogine, mais par de véritables schistes, d'aspect séricitique ou micacé, représentant un niveau relativement supérieur, parfaitement identique à ceux qui flanquent le culot protoginique sur le versant nord (rochers des Mottets, coupe du Montanvert, etc.). Dans ces schistes s'intercalent des bancs variés d'amphibolites, le tout plus ou moins profondément protoginisé ou granulitisé par des apophyses de protogine émanées du culot, ou par des filons granulitiques de seconde venue. Nous avons trouvé ces diverses roches aux Grands-Mulets (où les amphibolites dominent), aux rochers de Pitschner et de l'Heureux-Retour, au Dôme du Goûter, aux Bosses, à la Tournette, aux rochers qui bordent l'arête finale du mont Blanc, et à l'arête rocheuse qui forme le mont Blanc de Courmayeur. Les filons de protogine ou de granulite les plus importants s'observent aux rochers des Bosses et de la Tournette, puis au rocher de la Tourette et au mont Blanc de Courmayeur.

» La protogine franche, du type de rebrassement, se retrouve aux Rochers-Rouges, tandis qu'aux Petits-Mulets on peut observer toutes les formes de passage du schiste à la roche éruptive. Si, du mont Blanc de Courmayeur qui, comme nous l'avons dit, est un micaschiste, on examine les pentes du glacier de la Brenva, on voit la protogine apparaître à quelques mètres au-dessous de soi, tandis que dans les escarpements occidentaux du mont du Brouillard, on aperçoit le culot de protogine du massif, qui est encore surmonté d'une couverture schisteuse de plusieurs centaines de mètres à la base, qui s'amincit graduellement à son approche du sommet, où elle se réduit à quelques mètres. La limite de la protogine contourne donc le sommet du mont Blanc de trois côtés.

» On peut conclure de ces observations que la protogine est encore recouverte de son manteau cristallophyllien au sommet même du mont Blanc et sur les arêtes les mieux conservées du versant méridional. Dans

les parties où l'érosion a été plus intense, la couverture schisteuse a été enlevée, tandis qu'en d'autres points elle subsiste, mais la présence du culot en profondeur est néanmoins indiquée dans les sillons les plus accusés. Ce qui donc a été considéré antérieurement comme protogine en place dans les parties les plus élevées du mont Blanc n'est en réalité autre chose que de puissants filons, injectant par endroits le manteau cristallophyllien subsistant. Une étude pétrographique détaillée paraîtra ultérieurement sur le sujet. »

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. M. B.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

---

### SÉANCE DU LUNDI 16 JUILLET 1894,

PRÉSIDENCE DE M. LŒWY.

---

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE. — *Nouvelles recherches sur le chrome.* Note de M. **Henri Moissan**.

« Le chrome, dont nous devons l'importante découverte à Vauquelin, nous a fourni déjà de nombreuses applications. Ses oxydes et ses autres combinaisons sont entrés rapidement dans la pratique industrielle. Si le chrome a été peu utilisé comme métal jusqu'ici, cela tient à la difficulté de sa préparation. On n'est jamais arrivé à l'obtenir en notable quantité [1] et lorsqu'on a voulu utiliser ses merveilleuses qualités pour la fabri-

---

(1) En 1892, M. Placet, reprenant l'étude de l'électrolyse des solutions des sels de chrome, indiquée antérieurement par Bunsen, a pu préparer du chrome métallique dont il a présenté un échantillon à l'Académie des Sciences.

cation des aciers chromés, il a fallu préparer au haut fourneau un alliage de fer et de chrome très riche en carbone, le ferrochrome.

» La présence du fer et du charbon dans ce dernier composé a empêché d'étendre cette étude et l'on ne connaît pas les alliages que le chrome peut fournir avec les autres métaux.

» Les recherches que nous publions aujourd'hui permettront vraisemblablement de combler cette lacune.

» *Préparation*. — Nous avons déjà indiqué comment il était facile au moyen de la haute température produite dans notre four électrique de réduire avec facilité le sesquioxyde de chrome par le charbon, soit dans un appareil intermittent (1), soit dans un appareil continu (2). Dans ce dernier cas, nous avons employé un four électrique qui contenait un tube de charbon légèrement incliné recevant à l'extrémité supérieure le mélange aggloméré de sesquioxyde et de carbone et laissant couler à l'extrémité inférieure le métal liquide. Ce tube de charbon était chauffé dans notre modèle de four électrique à réverbère et à électrodes mobiles que nous avons décrit précédemment.

» C'est au moyen de cet appareil qu'il nous a été facile de préparer les $20^{kg}$ de chrome métallique que nous avons l'honneur de présenter à l'Académie.

» La fonte ainsi obtenue contenait des quantités assez grandes de charbon. Nous avons étudié les différentes conditions de formation de ce métal et nous avons pu préparer deux composés définis et cristallisés du chrome et du carbone.

» *Carbure de formule* $C^2Cr^3$ (3). — Lorsque l'on chauffe dans le creuset du four électrique, pendant dix à quinze minutes, du chrome métallique en présence d'un grand excès de charbon (350 ampères et 70 volts), on obtient un culot friable rempli de cristaux d'un carbure de chrome répondant à la formule $C^2Cr^3$. Ce carbure se présente en lamelles très bril-

(1) Henri Moissan, *Préparation rapide du chrome et du manganèse à haute température* (*Comptes rendus*, t. CXVI, p. 349).

(2) Henri Moissan, *Sur un nouveau modèle de four électrique à réverbère et à électrodes mobiles* (*Comptes rendus*, t. CXVII, p. 679).

(3) Ce carbure nous a donné à l'analyse les chiffres suivants :

| | 1. | 2. | Théorie. |
|---|---|---|---|
| Chrome........ | 86,50 | 86,72 | 86,67 |
| Carbone........ | 13,10 | 13,21 | 13,33 |

lantes, d'un aspect gras, inattaquables par l'acide chlorhydrique concentré, par l'acide nitrique fumant et hydraté, par l'eau régale, mais attaquables lentement par l'acide chlorhydrique étendu. La potasse en fusion a peu d'action sur lui, tandis que le nitrate de potassium fondu le détruit avec facilité. Sa densité est de 5,62. Il ne décompose l'eau ni à la température ordinaire ni à 100°.

» *Carbure de formule* $CCr^4$ (¹). — Dans les nombreuses préparations de fonte de chrome que nous avons faites, nous avons vu parfois la surface des lingots métalliques se recouvrir d'aiguilles à aspect mordoré présentant souvent une longueur de $1^{cm}$ à $2^{cm}$. Ces cristaux répondaient à la formule $CCr^4$. On les rencontre aussi sous la forme d'aiguilles brillantes dans les géodes qui se forment au milieu de la fonte de chrome. Leur densité est de 6,75.

» *Chrome cristallisé*. — Nous avons cherché à affiner cette fonte de chrome, ainsi que nous l'avons dit précédemment, en la chauffant en présence d'un excès d'oxyde. On arrive bien dans ce cas à enlever le carbone, mais le métal ainsi préparé est saturé d'oxygène; c'est, au point de vue métallurgique, un métal brûlé.

» L'affinage a été effectué alors en présence de chaux fondue, et nous avons pu, en opérant chaque fois sur une quantité de $500^{gr}$ à $1^{kg}$ de métal, retirer la majeure partie du carbone contenu dans le chrome. On sait, en effet, avec quelle facilité le carbone et la chaux se combinent pour donner un acétylure de calcium (²).

» C'est cette réaction que nous avons utilisée, et elle nous a fourni le plus souvent un métal à grain fin dont la teneur en carbone oscillait entre 1,5 et 1,9. Lorsque le chrome est ainsi purifié, bien qu'il renferme encore une petite quantité de carbone, il cristallise avec une grande facilité. Nous avons obtenu maintes fois de très belles trémies de chrome cristallisé dans lesquelles les cristaux atteignaient une longueur de $3^{mm}$ à $4^{mm}$. Ces cristaux ont à première vue l'apparence de cubes et d'octaèdres. Leur groupement rappelle celui des masses cristallines de bismuth.

---

(¹) Ce composé renfermait les proportions suivantes de carbone et de nickel :

| | 1. | 2. | 3. | Théorie. |
|---|---|---|---|---|
| Chrome ........... | 94,22 | 94,02 | » | 94,55 |
| Carbone........... | 5,40 | 6,11 | 5,24 | 5,45 |

(²) HENRI MOISSAN, *Préparation au four électrique d'un acétylure de calcium cristallisé; propriétés de ce nouveau corps* (*Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 501).

» Fremy avait déjà indiqué qu'il était possible d'obtenir le chrome cristallisé par l'action du sodium sur le chlorure de chrome.

» *Chrome exempt de carbone.* — La méthode d'affinage par la chaux en fusion que nous venons d'indiquer ne peut cependant pas nous donner le métal absolument décarburé. Nous avons remarqué en effet que quand le chrome était suffisamment pur, en présence de la chaux liquide et des gaz du four, il se produisait une réaction inverse. Tout le métal était ramené à l'état d'oxyde double de calcium et de chrome très bien cristallisé.

» Nous avons pris alors cet oxyde double qui se produisait si facilement dans nos fours électriques, nous en avons formé une brasque dans un four de chaux vive et au milieu nous avons refondu de la fonte de chrome. Dans ces nouvelles conditions, l'affinage se produit et l'on obtient un métal brillant pouvant se limer et se polir avec facilité. C'est le chrome pur qui à l'analyse ne donne plus trace de carbone.

» *Propriétés physiques.* — La densité de chrome pur a été trouvée égale à 6°,92 à la température de 20° (moyenne de trois expériences). Elle est donc un peu différente, comme on le voit, de celle indiquée précédemment.

» Au chalumeau à oxygène à la pointe du dard bleu, la fonte de chrome affinée fournit de brillantes étincelles, brûle en partie, mais ne paraît fondre superficiellement que grâce à l'excès de chaleur dégagée par cette combustion. La fusion n'est jamais totale, elle n'est que superficielle et la partie fondue est encore riche en carbone. Dans le four en chaux fermé qui a servi à Deville et Debray à fondre le platine, nous n'avons pas pu liquéfier la fonte de chrome à 2 pour 100 de carbone, au chalumeau oxhydrique après une marche de quarante-cinq minutes. Le fragment de fonte qui était frappé par l'extrémité du dard bleu était seul fondu, en partie, par suite du phénomène d'oxydation dont nous venons de parler.

» Quand le chrome est bien exempt de carbone, il brûle rapidement et sa combustion au chalumeau est encore plus brillante que celle du fer. L'oxydation se complète avec rapidité, et il reste après l'expérience un fragment arrondi de sesquioxyde de chrome fondu.

» Le chrome pur est plus infusible que la fonte de chrome; son point de fusion est notablement supérieur à celui du platine et ne peut pas être atteint non plus au moyen du chalumeau à oxygène. Au contraire, au four électrique, le chrome en fusion se présente sous l'aspect d'un liquide brillant, très fluide, possédant, dans le creuset, l'apparence et la mobilité du

mercure. On peut même le sortir du four électrique et le verser dans une lingotière. En utilisant comme arc électrique la chaleur fournie par un courant de 1000 ampères et de 70 volts, nous avons pu dans un four de dimensions suffisantes préparer en une fois $10^{kg}$ de fonte de chrome affinée et la couler avec facilité [1].

» Le chrome pur, bien exempt de fer, ne nous a présenté aucune action magnétique sur l'aiguille aimantée.

» Le carbure de chrome répondant à la formule $C^2Cr^3$ raye le quartz avec facilité et même la topaze, mais n'a pas d'action sur le corindon. Le carbure $CCr^4$ raye profondément le verre et plus difficilement le quartz. Quant au chrome pur, il n'a aucune action sur le quartz et raye le verre avec beaucoup de difficulté. Certains fragments de chrome pur ne rayaient même plus le verre.

» La fonte de chrome à grain fin dont la teneur en carbone oscille entre 1,5 et 3 ne peut être travaillée et polie qu'avec des meules armées de diamants.

» Au contraire, le chrome affiné, bien exempt de carbone, peut être limé avec facilité, prendre le poli du fer et présenter un beau brillant, un peu plus blanc que celui de ce dernier métal.

» *Propriétés chimiques.* — La fonte de chrome ne s'attaque pas à l'air sous l'action de l'acide carbonique et de l'humidité. Le chrome pur, bien poli, se ternit légèrement après quelques jours dans un air humide; mais cette légère oxydation n'est que superficielle et ne se continue pas.

» Le chrome peut être regardé comme inaltérable à l'air.

» Chauffé à 2000° dans l'oxygène, il brûle en fournissant de nombreuses étincelles plus brillantes que celles produites par le fer.

» La limaille de chrome chauffée vers 700° dans la vapeur de soufre devient incandescente et se transforme en sulfure de chrome.

» Le chrome pur placé dans une brasque en charbon et chauffé à un violent feu de forge fournit le carbure cristallisé en aiguilles de formule

---

(1) Voici une analyse complète de la fonte de chrome :

| | |
|---|---|
| Chrome | 97,14 |
| Carbone | 1,69 |
| Fer | 0,60 |
| Silicium | 0,39 |
| Calcium | traces |

$CCr^4$. A la température du four électrique, il se forme le composé cristallisé $C^2Cr^3$.

» Le silicium se combine au chrome avec facilité. En chauffant au four électrique un mélange de chrome et de silicium, on obtient un siliciure très bien cristallisé, d'une grande dureté, rayant facilement le rubis, inattaquable par les acides, par l'eau régale, par la potasse et par l'azotate de potassium en fusion.

» Le bore se combine au chrome dans le four électrique dans les mêmes conditions et fournit un borure très bien cristallisé, difficilement attaquable par les acides et possédant aussi une grande dureté.

» L'acide chlorhydrique gazeux réagit sur le chrome au rouge sombre et donne avec facilité du protochlorure cristallisé.

» La solution d'acide chlorhydrique attaque le chrome très lentement à froid et plus vivement à chaud. L'acide dilué ne produit rien à la température ordinaire, mais à l'ébullition l'attaque est beaucoup plus vive. Sous l'action d'un courant électrique, le chrome étant placé au pôle positif, la dissolution se produit dans l'acide étendu.

» L'acide sulfurique concentré à l'ébullition fournit, avec le chrome, un dégagement gazeux d'acide sulfureux et le liquide prend une teinte foncée. L'acide étendu l'attaque lentement à chaud, et lorsque cette action se produit à l'abri de l'air, elle détermine la formation du sulfate cristallisé de protoxyde de chrome de couleur bleue que nous avons anciennement décrit [1].

» L'acide nitrique fumant et l'eau régale à froid ou à chaud n'ont aucune action sur le chrome. Avec l'acide nitrique étendu, l'attaque est très lente.

» Une solution de bichlorure de mercure attaque très lentement le chrome en poudre avec production de chlorure chromique.

A la température de 1200°, le chrome maintenu dans un courant d'hydrogène sulfuré se transforme entièrement en un sulfure fondu d'apparence cristalline.

» A la même température, l'acide carbonique attaque le chrome superficiellement, et le métal se recouvre d'une couche verte d'oxyde mélangé de charbon.

» L'oxyde de carbone est réduit à 1200° par ce métal, avec formation

---

(1) Henri Moissan, *Sur la préparation et les propriétés du protochlorure et du sulfate de protoxyde de chrome* (*Comptes rendus*, t. XCII, p. 792).

à la surface d'un dépôt de sesquioxyde et carburation du chrome. Cette réaction fait comprendre les difficultés de l'affinage, elle explique pourquoi, même en opérant dans des creusets de chaux vive, il est impossible d'obtenir à la forge du chrome exempt de carbone.

» Le nitrate de potassium fondu attaque le chrome au rouge sombre avec énergie. L'expérience devient beaucoup plus belle quand on substitue au nitrate, le chlorate de potassium en fusion. Le chrome se meut sur ce liquide comme le potassium sur l'eau en produisant une très belle incandescence.

» La potasse en fusion n'attaque pas sensiblement le chrome au rouge sombre.

» *Conclusions.* — En résumé, en utilisant la chaleur intense produite par l'arc électrique, il est possible de préparer la fonte de chrome en très grande quantité. Cette fonte, qui répond à peu près à la formule $CCr^4$, peut s'affiner soit par la chaux fondue, soit par l'oxyde double de calcium et de chrome. Le métal obtenu dans ces conditions est plus infusible que le platine, il peut se limer, prendre un beau poli et n'est pas attaquable par les agents atmosphériques. Très peu attaquable par les acides, il résiste à l'eau régale et aux alcalis en fusion.

» Cette préparation du chrome permettra d'aborder efficacement l'étude des alliages de ce métal. Uni, soit à l'aluminium, soit au cuivre, il donne en effet, avec ces métaux, des résultats intéressants. Le cuivre pur, allié à 0,5 de chrome, prend, en effet, une résistance presque double, et cet alliage, susceptible d'un beau poli, s'altère moins que le cuivre au contact de l'air humide.

» Cette étude a été poursuivie au Conservatoire des Arts et Métiers où notre Confrère M. Laussedat a continué à mettre à notre disposition les ressources de ce bel établissement. C'est grâce à son obligeance que j'ai pu mener à bien ces longues recherches, je tiens à lui en témoigner toute ma reconnaissance. »

## ZOOLOGIE. — *Sur deux Orangs-Outans adultes morts à Paris.* Note de M. A. Milne-Edwards.

« Les grands Singes anthropomorphes de Bornéo et de Sumatra, désignés sous le nom d'*Orangs-Outans*, ont été l'objet de travaux nombreux et importants, et cependant les naturalistes sont loin d'être d'accord sur la question de l'unité ou de la pluralité de l'espèce. Les différences qui ont

été constatées sur les animaux vivant à l'état sauvage ou sur les exemplaires conservés dans les musées ont été diversement appréciées et considérées tantôt comme appartenant à des espèces, tantôt à des races ou même à de simples variétés individuelles. La plupart des Orangs-Outans que l'on voit dans les jardins zoologiques de l'Europe sont jeunes et ne présentent pas encore tous les caractères définitifs de l'espèce; ils résistent mal au climat et, au bout de quelques mois, ils meurent sans avoir pu se développer normalement. Les Singes adultes tués dans leur pays d'origine ne sont pas étudiés sur place; c'est à peine si quelques mensurations sont rapidement prises sur le cadavre, les chasseurs se contentent de garder le squelette ou la peau; aussi jusqu'à présent les anatomistes n'ont jamais eu l'occasion de disséquer en Europe des Orangs-Outans adultes.

» Des circonstances particulières m'ont permis d'acquérir le jour même de sa mort l'un de ces Singes, remarquable par sa taille et son parfait état de conservation. C'est le plus grand des deux Orangs-Outans qui furent exposés au Jardin d'Acclimatation au commencement de cette année. Il était connu des visiteurs sous le nom de *Maurice*. Le second, *Max*, mort quelques jours après, a aussi été transporté dans mon laboratoire, où j'ai pu l'étudier et le comparer à son compagnon. Il avait été acheté par l'administration du Jardin d'Acclimatation. Je me suis empressé d'inviter quelques-uns des naturalistes du Muséum à profiter de cette bonne fortune, et MM. Deniker, Boulart, Delisle et de Pousarges se sont partagé le travail et ont pu faire d'intéressantes observations sur l'organisation de ces Singes : les Notes dans lesquelles elles se trouvent consignées sont insérées plus loin (¹).

» *Maurice* est un des plus grands Orangs-Outans connus; il mesurait, du talon au sommet de la tête, $1^{m},40$ et son envergure, les bras étendus, était de $2^{m},62$. Il pesait $73^{kg},500$. Dans la région jugale de la face s'élevaient d'énormes loupes graisseuses en forme de croissant qui lui donnaient un aspect étrange. Ces appendices, ainsi que l'épaisseur et la saillie des apophyses et des crêtes du squelette, indiquent qu'il était arrivé au terme de sa croissance, et les poils blancs qui entourent les lèvres prouvent qu'il était très vieux.

» *Max* était un peu plus petit, il mesurait $1^{m},28$ et son poids était de $65^{kg},500$. Cependant il peut être considéré comme adulte et son appareil glandulaire génital était notablement plus développé que celui du précédent. Ses loupes jugales étaient peu marquées.

---

(¹) Voir page 235 et suivantes.

» Ces Singes n'ont pas été longtemps malades, ils sont morts d'une congestion pulmonaire sans avoir beaucoup souffert, et sous leur peau s'étendait une épaisse couche de graisse, leurs muscles n'étaient pas émaciés.

» Malgré les différences que présente la face de ces deux Orangs-Outans, je les considère comme de même espèce.

» Les loupes jugales ne constituent pas un caractère spécifique, comme le croyaient certains zoologistes, c'est plutôt un caractère sénile de l'espèce.

» Les recherches que j'ai faites, d'après un très grand nombre d'Orangs-Outans vivants et d'après beaucoup de squelettes et de crânes, m'ont donné la conviction que tous ces animaux appartiennent à une même espèce dont la taille, la dentition et les caractères ostéologiques peuvent beaucoup différer.

» Les Dyaks de Bornéo distinguent trois sortes d'Orangs-Outans ou *Mias* : 1° le *Mias Chappan* ou *Mias Pappan*, de grande taille et pourvu de loupes jugales bien développées. C'est sous ce nom qu'ils auraient désigné le singe Maurice. C'est l'état de vieillesse de l'espèce. 2° Le *Mias Rambi*, aussi grand que le précédent, mais dépourvu de loupes jugales. C'est l'état adulte représenté par le singe Max. 3° le *Mias Kassu*, de petite taille et sans loupes jugales.

» E. Geoffroy Saint-Hilaire reconnaissait deux espèces, l'Orang roux ou *Simia Satyrus* de Linné, et l'Orang brun ou *Simia Wurmbii*, dont le squelette fait partie des collections anatomiques du Muséum; la première n'est que le jeune âge de la seconde. L'Orang de Sumatra, nommé par Lesson *Simia Abeli*, a été décrit d'après des renseignements erronés; Clark-Abel lui assignait une taille de plus de $2^m$, ce qui est évidemment faux. Le *Simia Wallichii* est basé sur la description faite par de Blainville d'un crâne qui ne diffère pas d'une manière appréciable de celui des Orangs ordinaires. Le *Simia morio* de Richard Owen n'est que la race de petite taille, celle nommée *Mias Kassu* par les habitants de Bornéo. Enfin, le jeune Orang de Sumatra, que I. Geoffroy Saint-Hilaire avait appelé *Simia bicolor*, ne se distingue que par les teintes légèrement décolorées des parties inférieures du corps.

» L'existence ou l'absence de l'ongle ou de la phalange terminale du pouce ont été invoquées comme caractère spécifique par quelques auteurs, mais on ne doit y attribuer qu'une très faible importance, car souvent ces parties ne sont pas symétriquement disposées chez le même animal.

Il semble que, chez les Orangs-Outans, le pouce soit en voie de régression et que la main tende à ressembler à celle des Semnopithèques, où le pouce s'atrophie presque complètement.

» Les comparaisons qui ont été faites des deux Orangs-Outans adultes montrent quelle peut être l'étendue des variations que présente le squelette chez des animaux de même espèce, et elles confirment l'opinion des zoologistes qui admettent l'unité d'espèce de ces grands Anthropomorphes. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Sur le mécanisme des souffles engendrés par l'écoulement de l'air dans les tuyaux. Détermination du moment où un écoulement aphone, transformé instantanément en écoulement soufflant, devient sonore dans les différents points du tuyau où s'opère l'écoulement;* par M. A. Chauveau.

« Il résulte des expériences sommairement exposées dans une Note précédente (*Comptes rendus*, 2 juillet) que l'écoulement de l'air dans les tuyaux de section uniforme est, *par lui-même*, aphone ou silencieux : les souffles entendus sur le trajet de ces tuyaux ne sont que le retentissement des bruits soufflants produits par la veine fluide qui s'échappe de l'orifice de sortie.

» L'importance de cette proposition impose l'obligation de s'assurer de son exactitude par tous les moyens possibles. De là les nouvelles expériences qui vont être succinctement racontées.

» On a vu précédemment qu'un écoulement silencieux peut, en conservant exactement la même rapidité, être transformé en un écoulement soufflant, par la simple addition d'un ajutage ampullaire à l'extrémité libre du tuyau. Si la transformation pouvait se faire pendant l'écoulement même, sans rien changer à sa vitesse, sans suspendre aucunement l'auscultation, il serait possible de se rendre compte du moment de l'apparition du bruit dans les différents points du tuyau : ce serait un moyen très précieux de s'assurer que le souffle perçu est ou un phénomène transmis, ou un phénomène engendré sur place. Or, il est très facile de se procurer cet avantage, en procédant comme il va être dit.

» *Instrumentation et résultats généraux qu'on en obtient.* — Qu'on se représente, avec un diamètre de 35$^{mm}$ environ, le disque de l'ajutage simple qui termine le tuyau servant aux expériences de production et de transmission des souffles. Ajoutons à ce

disque un bras de $12^{cm}$, articulé par une charnière avec un autre bras semblable et parallèle au premier. L'extrémité libre de ce second bras porte une courte caisse cylindrique, présentant à l'un de ses bouts un orifice tubulaire du même diamètre que le tuyau principal. A l'autre bout, la caisse manque de paroi propre et est ainsi largement ouverte. Mais elle peut être fermée par le disque de l'ajutage lorsqu'elle en est rapprochée. L'ampoule résonnante des expériences racontées dans ma première Note se trouve alors constituée, avec son aptitude à donner lieu à l'audition d'un bruit de souffle plus ou moins fort, lorsqu'on ausculte, en n'importe quel point, l'intérieur du tuyau. En séparant, au contraire, les deux pièces susdites, on supprime la cavité ampullaire terminale; l'air s'écoule par l'orifice de l'ajutage simple, silencieusement si l'écoulement s'effectue alors avec la vitesse qui entraîne l'aphonie.

» Comme ces opérations de rapprochement et d'éloignement se font presque instantanément pendant l'écoulement, et qu'il n'en résulte aucune modification dans la vitesse de celui-ci, on réalise ainsi la condition fondamentale nécessaire aux constatations projetées.

» Ces constatations apprennent que l'apparition et la disparition du souffle ne surviennent pas exactement au même moment dans tous les points du tuyau, par rapport au moment de la constitution ou de la suppression de l'ampoule. Quand l'auscultation est pratiquée tout près de celle-ci, les deux phénomènes semblent naître d'une manière instantanée en quelque sorte; ils coïncident tout à fait avec le rapprochement ou l'écartement des deux pièces du nouvel ajutage. Mais la coïncidence n'existe plus si le tuyau est ausculté plus ou moins loin de cet appareil ampullaire; l'apparition et la disparition du souffle subissent alors un retard, dont la durée croît avec l'éloignement du point où l'auscultation est pratiquée.

» Ainsi il paraît établi, d'après les résultats de cette expérience, que le souffle entendu dans les tuyaux est bien un bruit transmis et non pas un bruit engendré sur place. Le retard qu'il met à paraître et à disparaître, dans les points éloignés du lieu où s'exerce l'intervention provocatrice du bruit, ne peut être autrement interprété. Mais la constatation de ce retard exige une oreille exercée et une très grande attention. En effet, la brièveté du chemin que les ondes sonores ont à parcourir dans le tuyau entraîne la rapidité de leur transmission; il n'est pas toujours permis de saisir facilement le moment de l'apparition ou de la disparition du souffle, par rapport au moment de l'addition ou de la suppression de l'ampoule. Mais on peut arriver à rendre cette constatation très facile, au moins en ce qui regarde la coïncidence du début du souffle avec l'instant de la création de la condition matérielle qui est la cause essentielle du bruit. Tout ce qui va être dit maintenant s'appliquera exclusivement à ce cas.

» *Dispositions adoptées pour rendre l'observation des résultats des expériences plus facile et plus sûre.* — Trois procédés ont été imaginés dans ce but. Ils vont être successivement exposés, le plus simple d'abord, le plus compliqué en dernier lieu.

» *Premier procédé.* — Je dispose en ligne droite un tube en caoutchouc de 30$^m$ de long, portant de 10$^m$ en 10$^m$ des tubulures latérales pour l'auscultation, tubulures qui peuvent être alternativement fermées et ouvertes. Le réservoir qui met l'air en mouvement communique, selon l'habitude, avec l'une des extrémités du tuyau. Quant à l'autre extrémité, qui est un peu relevée, elle reçoit l'ajutage garni de l'ampoule. Celle-ci, suspendue au-dessus du disque ou plateau de cet ajutage, produira un bruit de choc, nettement perceptible, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur du tuyau, quand un aide la laissera retomber sur ce plateau, pour créer la condition du bruit de souffle.

» Les choses étant ainsi préparées, si l'on ausculte successivement l'ajutage lui-même et les trois points du tuyau qui en sont distants de 10$^m$, 20$^m$, 30$^m$, on constatera ce qui suit : 1° le bruit de choc produit au moment même et par le fait de l'addition de l'ampoule, se fait entendre, à l'intérieur du tuyau, exactement au même moment que le début du souffle qu'engendre cette addition; 2° la même coïncidence exacte s'observe entre ces deux bruits *intérieurs* et le bruit de choc qui arrive par l'*air extérieur* à l'oreille libre, *et cela, dans tous les cas sans exception, quel que soit le point ausculté.*

» Une impérieuse signification est attachée à cette simultanéité rigoureuse du bruit de choc entendu extérieurement, comme intérieurement, et du début du souffle perçu, à toute distance, dans l'intérieur du tuyau. Le souffle ne peut pas être un bruit *produit sur place,* si le choc est un bruit *propagé;* ils sont nécessairement de même nature; tous deux résultent d'une transmission à partir du même lieu de production, l'ampoule additionnelle de l'ajutage du tuyau.

» Une nouvelle preuve en est donnée par une légère modification à l'expérience. Au lieu de s'éloigner de plus en plus du siège du bruit, pour pratiquer l'auscultation intérieure du tuyau en ses différents points, l'opérateur s'immobilise tout près de l'ampoule : ce sont les points à ausculter qui sont successivement ramenés à portée de l'oreille de l'opérateur, à l'aide de courbures imprimées au tuyau de caoutchouc. Alors le bruit de choc perçu extérieurement par l'oreille libre ne coïncide plus avec les bruits intérieurs perçus par l'autre oreille, que dans un seul cas : celui où l'auscultation intérieure s'exerce au siège même de la production des bruits. Dans les autres points, les bruits intérieurs retardent sur le bruit extérieur, et l'avance de ce dernier est d'autant plus marquée que l'oreille s'éloigne davantage du siège de la cause introductrice du bruit de souffle. Mais jamais ce bruit de souffle ne se sépare du bruit de choc perçu *à l'intérieur du tuyau.* Leur concordance reste, dans tous les cas, aussi parfaite que quand le tuyau est rectiligne.

» *Deuxième procédé.* — Ce deuxième procédé a justement pour but de montrer que la discordance du bruit extérieur et des bruits intérieurs peut être obtenue exactement de la même manière dans les tuyaux rectilignes.

» Avec la dernière forme donnée à l'expérience, le bruit extérieur produit par l'ampoule, en tombant sur le disque, donne l'indication rigoureusement exacte du moment où se crée la cause du bruit de souffle. On peut, à l'aide d'une petite addition

instrumentale, remplacer ce signe par un autre, permettant à l'opérateur d'agir à l'extrémité du tuyau de $30^m$ étendu en ligne droite.

» Un contact électrique est placé entre les deux bras porteurs de l'ampoule. Il se règle avec une vis, de manière à être exactement établi au moment où les deux pièces de cette ampoule s'appliquent l'une sur l'autre, et immédiatement rompu quand elles s'écartent. Dans le circuit de la pile que ce contact ferme et ouvre, prend place, d'une manière fixe, un diapason à indications continues et son électro-aimant. Un tube auscultateur, rattaché à un point de ce diapason, permet d'entendre le son bref et sec qui se produit, au moment de chaque fermeture et de chaque ouverture du courant, en coïncidence avec l'addition ou la suppression de l'ampoule. On a ainsi un procédé sûr pour être avisé, sans aucun retard, du moment où se crée la cause du bruit de souffle et ce bruit lui-même, quelle que soit la distance à laquelle on se trouve.

» Or, le son du diapason, indicateur de la présence de la cause du souffle, avance sur ce dernier dans les mêmes cas et suivant les mêmes règles que tout à l'heure le bruit de choc entendu extérieurement. La discordance des bruits entendus par l'oreille gauche et par l'oreille droite s'accentue donc à mesure qu'on s'éloigne du siège du bruit de souffle. Mais celle des oreilles qui est chargée de l'auscultation de l'intérieur du tuyau continue à percevoir simultanément le bruit de choc de l'ampoule et le début du bruit de souffle.

» On ne saurait donc conserver le moindre doute sur la nature de ce bruit de souffle : dans les points du tuyau où il se fait entendre, c'est bien un bruit transmis qui a pris naissance au sein de l'ampoule additionnelle.

» *Troisième procédé.* — Il me reste à donner une dernière preuve de cette proposition, en démontrant que le temps compris entre le moment de la création de la cause du bruit, d'une part, et le moment où ce bruit se fait entendre dans le tuyau, d'autre part, est exactement le temps indiqué par la vitesse connue de la propagation du son dans l'air.

» On arrive à cette démonstration par l'inscription simultanée des indications d'un diapason-chronographe et d'un signal électrique qui marque la fermeture et l'ouverture d'un courant, en correspondance avec les deux moments de la création de la cause du souffle et de son audition : l'intervalle compris entre ces deux manifestations du signal indique la durée de la transmission du phénomène acoustique.

» Voici le détail des autres modifications et additions que l'instrumentation doit recevoir pour cet objet.

» 1° Le bras porteur de l'ampoule s'augmente d'un levier coudé qui, actionné par le mouvement du cylindre enregistreur, détermine automatiquement, à chaque tour de celui-ci, la chute et le relèvement de l'ampoule.

» 2° L'axe moteur du cylindre enregistreur porte un disque de $0^m,20$ de diamètre et dont une échancrure entame, de $0^m,01$, le quart environ du contour. Cette échancrure peut être plus ou moins rétrécie, par un segment d'un autre disque, de même rayon que le premier, ayant aussi même centre, mobile sur ce centre, et pouvant être fixé sur l'organe qu'il complète, à l'aide d'une vis de pression, dans la position qui convient le mieux au rôle de cet organe.

» Quelques explications, propres à faire comprendre ce rôle, ne seront pas inutiles.

» L'ajutage porte-ampoule est solidement fixé près du contour du disque, de manière que l'extrémité du levier coudé dont il a été parlé ci-dessus s'appuie sur ce contour, par une saillie en biseau dont elle est pourvue. L'ampoule alors est suspendue à une petite distance au-dessus du plateau de l'orifice du tuyau. Mais quand le mouvement circulaire du disque amène l'échancrure au niveau du biseau, celui-ci rencontre le vide et l'ampoule opère sa chute. Puis, le mouvement du disque se continuant, le biseau est heurté par l'autre bord de l'échancrure, et l'ampoule se relève, pour retomber à une nouvelle rencontre du biseau avec le vide, et ainsi de suite.

» A chaque tour du cylindre enregistreur et du disque, il y a donc établissement et rupture du contact électrique ci-devant décrit. Si l'on place dans le circuit de la pile à la fois le diapason auscultateur (50 VD) et le signal électrique, celui-ci marque sur le cylindre la fermeture et l'ouverture du courant; celui-là devrait donner, par les sons qu'il rend, l'indication de ces deux phénomènes; mais, en réalité, il n'indique que l'ouverture, parce que, dans les conditions nouvelles du fonctionnement de l'appareil, le son d'ouverture se trouve, fort heureusement, seul perceptible d'une manière nette.

» Or, la fermeture du courant coïncide avec le moment où l'addition de l'ampoule se produit et où se crée la cause du bruit de souffle. D'autre part, il est facile de faire coïncider l'ouverture, c'est-à-dire le moment où survient le son du diapason, avec le bruit de choc et le souffle résultant de l'adjonction de l'ampoule. On possède ainsi les éléments nécessaires pour déterminer, par l'inscription électrique, le moment où ces deux bruits arrivent en tel ou tel point du tuyau.

» C'est grâce à la pièce mobile, permettant de modifier la grandeur de l'échancrure du disque, que l'on réussit à provoquer la coïncidence entre les deux bruits entendus dans le tuyau et le son du diapason. Pour cela, deux opérateurs sont toujours nécessaires.

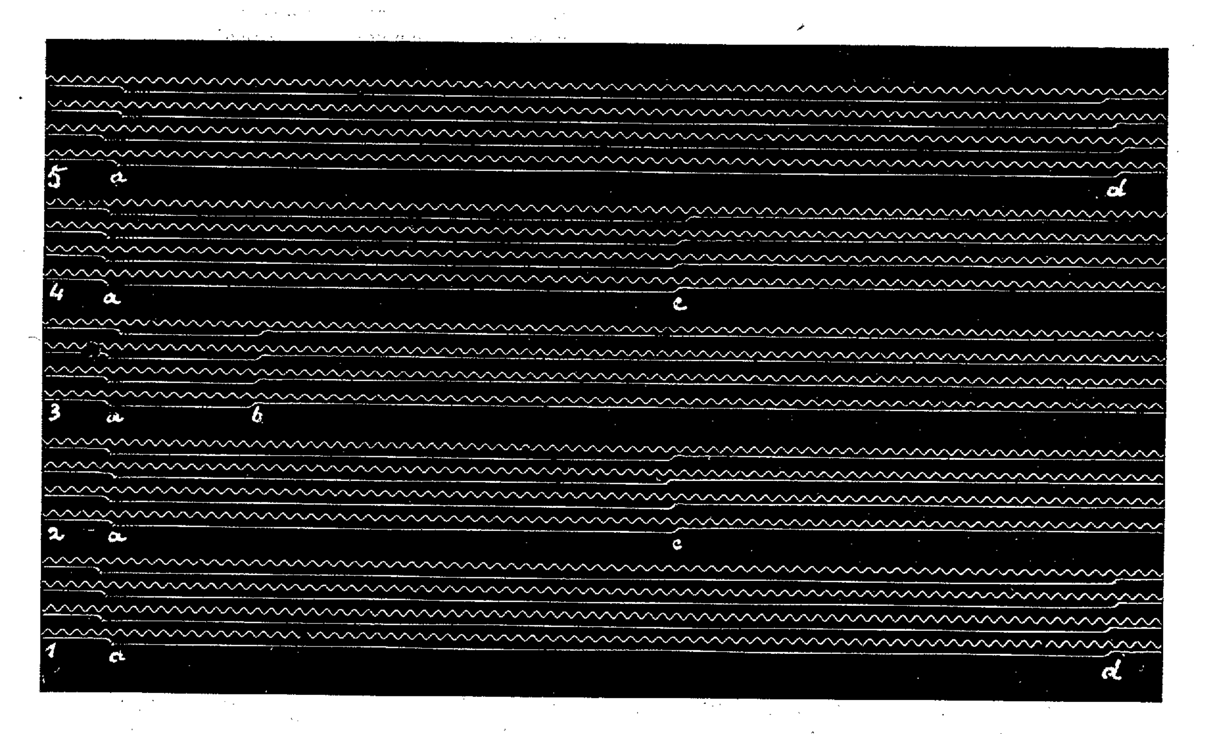
» L'un, les oreilles munies des deux tubes auscultateurs, appliqués au tuyau et au diapason, indique à l'autre la concordance ou la discordance des bruits du côté gauche et du côté droit. Le second opérateur règle la grandeur de l'échancrure du disque : il l'augmente ou la diminue suivant les indications de son collaborateur; l'opération est terminée quand celui-ci signale la coïncidence rigoureusement exacte des bruits des deux oreilles.

» Une fois cette coïncidence obtenue, on prend le tracé du signal électrique et celui du diapason chronographe (500 VD) en inscription hélicoïdale à tours rapprochés. On acquiert ainsi, avec beaucoup de précision, la mesure du temps qui sépare le moment de la production du bruit de souffle du moment de son audition.

» La figure ci-jointe donne un exemple des résultats obtenus dans les expériences ainsi instituées. Ils sont très instructifs, quoiqu'on ne se soit pas astreint à réaliser toutes les conditions qui auraient rendu l'expérience irréprochable. Ainsi le disque commandant les soulèvements et les chutes de l'ampoule n'était pas conjugué directement avec l'axe du cylindre enregistreur. On s'est servi d'un autre axe, relié au précédent par engrenage; d'où un peu de jeu et altération possible de la simultanéité et de la régularité absolues des deux mouvements de rotation subordonnés l'un à l'autre. De plus, le tuyau en caoutchouc qui a servi pour l'expérience n'a pu être mesuré

sur place, à cause des inflexions qu'il présentait; les chiffres donnés ci-après ne peuvent donc être d'une exactitude rigoureuse. Enfin ce tuyau était très long, et la grande longueur des tuyaux n'est pas favorable à la substitution des écoulements soufflants aux écoulements aphones, et *vice versa*. C'est pour accentuer les différences des résultats que j'ai choisi ce très long tuyau, et aussi parce que j'en avais à ma disposition, en bonne condition pour l'expérience, les éléments constitutifs, à savoir : une pièce de $20^m,80$, une autre pièce de $18^m,40$ et enfin un morceau de $1^m$ environ, lesquelles pièces, réunies par des raccords à tubulure latérale pour l'auscultation, formaient ensemble un tuyau de $40^m,20$ à peu près. Ajoutons qu'à cette distance les bruits transmis n'arrivent que très affaiblis à l'oreille, ce qui expose parfois à quelque incertitude sur la détermination de leur synchronisme avec le son du diapason.

» Quoi qu'il en soit, pour le but qu'ils se proposent, les tracés de la figure méritent toute confiance. Il y en a cinq groupes, tous disposés de la même manière. La fermeture du courant a lieu en *a*, l'ouverture en *b*, *c*, *d*.




» Les groupes 1 et 5 se rapportent à la propagation des bruits d'un bout à l'autre du tuyau. Longueur du chemin parcouru : $40^m,20$.

» Les groupes 2 et 4 concernent la transmission de ces bruits à la distance de $19^m,40$ seulement.

» Enfin le groupe 3, obtenu quand l'auscultation n'était pratiquée qu'à $1^m$ environ de l'ampoule, sert de repère pour apprécier le temps perdu, dans les deux phases essentielles de l'expérience, par le fait des dispositions de l'outillage. A signaler, dans

le nombre, une avance donnée systématiquement à l'établissement du contact électrique, pour éviter les trépidations qui déformaient très fâcheusement le graphique du signal au moment de la fermeture du courant.

» L'intervalle *a b* (n° 3) donne la mesure de ce temps perdu.

» *c* (nos 2 et 4) *d* (nos 1 et 5) indiquent la place chronologique du moment où le souffle s'entend à $19^{m},40$ et à $40^{m},20$ du lieu d'origine du bruit. Par conséquent, les intervalles *bd*, *bc*, *cd* représentent, ensemble ou séparément, les durées de propagation que l'expérience avait pour but de procurer.

» En somme, déduction faite du temps perdu, *ab*, les divers graphiques de la feuille d'où a été extraite la figure fournissent les déterminations ci-après, pour le temps moyen employé par le souffle à parcourir les deux principales portions du tuyau. On en a rapproché le temps calculé d'après la vitesse moyenne de la propagation du son *dans l'air libre* ou *dans les larges conduits*, à raison de $340^{m}$ par seconde.

| | Chemin parcouru. | Temps employé. | Temps calculé. |
|---|---|---|---|
| | m | | |
| Première partie (nos 2 et 4) | 18,40 | 0,0557 | 0,0541 |
| Deuxième partie (nos 1 et 5) | 20,80 | 0,0636 | 0,0612 |
| Ensemble | 39,20 | 0,1193 | 0,1153 |

» Il ne nous fallait et nous ne cherchions qu'une approximation : on reconnaîtra que nous n'en pouvions désirer une plus satisfaisante. La méthode qui donne de tels résultats, lorsque l'application qui en est faite pèche dans les détails, fournirait certainement d'irréprochables documents dans l'étude de plus d'un point de la question de la transmission des ondes sonores.

» *Conclusion.* — Il est donc bien définitivement établi que, dans le cas où un écoulement aphone devient soufflant à l'intérieur d'un tuyau, la transformation ne s'opère *instantanément* qu'au point même où siége la cause de cette transformation. Ailleurs, l'apparition du souffle *retarde*, en raison de la distance qui sépare ce point de celui qu'on ausculte, conformément aux lois de la vitesse de la propagation du son. »

PHYSIOLOGIE COMPARÉE. — *De la nécessité pour les Autruches, et la plupart des Oiseaux, d'avaler des corps durs qui séjournent dans la région pylorique de l'estomac, et qui jouent, à l'égard des aliments, le rôle d'organes masticateurs.* Note de M. C. Sappey.

« Les Autruches contiennent dans leur estomac des corps durs, dont la présence dans cet organe est pour elles d'une absolue nécessité. Ces corps durs se rassemblent dans la moitié droite ou pylorique de l'organe. Ils sont

représentés par des silex arrondis, de la grosseur d'un pois ou d'une noisette. Les plus volumineux ne dépassent pas les dimensions d'une noix. A ces calculs siliceux ne se mêlent jamais des graviers de nature calcaire qui seraient promptement attaqués et dissous par les acides du suc gastrique. Mais à la petite masse siliceuse s'ajoutent souvent des débris de vitre ou de glace, quelquefois assez considérables, et plus rarement des corpuscules ou lamelles métalliques, qui sont alors aussi polis, aussi brillants que s'ils sortaient de l'atelier d'un armurier.

» Leur existence, chez l'Autruche et chez la plupart des Oiseaux, avait été signalée, et assez souvent mal interprétée. Certains auteurs ne semblaient pas éloignés de penser que ces animaux possédaient un estomac assez puissant pour digérer des pierres. Mais l'absolue nécessité de ces calculs, la généralité de leur existence, leur utilité, et le mécanisme de leur mode d'action restaient encore entourés d'une assez grande obscurité. Quelques faits qu'il m'a été donné d'observer me permettent de compléter leur étude physiologique.

» En 1845, à l'époque où je m'occupais de mes recherches sur les sacs aériens des Oiseaux, M. Serres, professeur au Muséum d'histoire naturelle eut l'obligeance de me faire remettre dans mon laboratoire, à l'École anatomique des hopitaux, une Autruche de grande taille, du poids de cent et quelques kilogrammes, sur laquelle je préparais en effet ces sacs et qui prit place ensuite dans le musée d'Anatomie comparée.

» Dans l'estomac de cette Autruche je rencontrais tous les corps durs dont je viens de parler. Ils étaient remarquables par leur nombre, par leurs variétés de forme et de volume, par leur réunion sur un même point, très rapproché du pylore, et aussi, et surtout, par leurs rapports avec la masse alimentaire.

» Au milieu des calculs siliceux et des débris vitreux se trouvait une lame de fer, de $0^m,08$ de longueur et de $0^m,03$ de largeur, unie et brillante comme un instrument tranchant soumis à des frottements répétés. Il était de toute évidence que ces corps étrangers, situés entre le pylore et la masse alimentaire et tous groupés sur un même point avaient pour destination de diviser, de broyer, de triturer les herbes contenues dans la moitié gauche ou œsophagienne de l'estomac. A l'union de la masse herbacée avec les organes masticateurs, celle-ci était coupée aussi nettement qu'elle aurait pu l'être par un instrument tranchant; en sorte que la cavité du viscère se trouvait partagée en deux parties à peu près égales; d'un côté se présentait la masse calculeuse à laquelle étaient mélées des herbes très finement

hachées, de l'autre des herbes absolument intactes. Tout était donc disposé de manière à démontrer que les corps durs, collectés dans la région du pylore, se comportaient à l'égard des aliments contenus dans l'estomac, comme les dents de l'homme et des Mammifères à l'égard des aliments introduits dans la bouche.

» De ces faits, nous pouvons conclure : 1° que toute Autruche bien portante contient dans son estomac une collection de corps durs occupant la région du pylore; 2° que toute Autruche privée de ces corps durs, représentant pour elle des dents artificielles, ne saurait triturer les aliments qu'elle prend et se trouverait ainsi condamnée à mourir d'inanition. Cette seconde conclusion n'est pas une vaine hypothèse. Une Autruche récemment morte au Muséum d'Histoire naturelle vient la confirmer de manière à ne laisser sur ce point aucun doute.

» Cette Autruche, originaire de la Casamance, c'est-à-dire de la côte occidentale d'Afrique, est morte au Muséum quelques jours après son arrivée. Notre éminent confrère, M. Milne-Edwards, pensant qu'elle me serait peut-être utile pour compléter mes études sur les réservoirs aériens, voulut bien me l'adresser. Elle était dans un état parfait de conservation, mais extrêmement maigre. J'en fis aussitôt l'examen. Mon attention se fixa d'abord sur l'estomac. Il était rempli d'herbes sèches, représentées par de longues tiges, assez grosses, pliées et repliées sur elles-mêmes, remplissant la totalité du viscère, depuis l'œsophage jusqu'au pylore. Au milieu de ces tiges sèches, s'entrecroisant en tous sens, se voyaient quelques petits calculs très largement disséminés, mais sans aucun rapport entre eux, et ne pouvant remplir, par conséquent, le rôle d'organes masticateurs. Cette Autruche avait donc pris des aliments, et même en grande abondance, mais des aliments qui ne lui convenaient pas et qu'elle n'avait pu triturer. Privée d'organes masticateurs groupés sur un même point et ne pouvant broyer ses aliments, elle était morte de faim, d'où son extrême maigreur.

» De cette observation découle une conclusion pratique : sur le sol qu'habitent les Autruches, il importe de laisser en suffisante abondance des calculs siliceux, de volumes divers et des fragments de vitre ou de quartz, et même des débris ferrugineux diversement configurés. Entre ces corps durs, l'animal saura choisir ceux qui lui conviennent. Si l'Autruche voyage et ne peut ingérer dans son estomac des herbes fraîches, si elle ne peut se nourrir que d'herbes sèches et de grains, ces corps durs lui deviennent encore plus utiles, leur consistance étant plus grande et d'une trituration plus difficile. Il importe alors de mettre de semblables corps

à sa disposition pendant son voyage. Il n'y a pas lieu de craindre qu'elle en abuse, un instinct sûr lui révélant ceux qu'elle doit prendre pour se constituer un appareil dentaire convenable.

» Ce que font les Autruches sur une plus grande échelle, tous les Oiseaux, ou du moins la plupart d'entre eux, le font aussi en avalant des graviers plus petits. Chez un très grand nombre d'entre eux, on retrouve, en effet, ce même appareil masticateur; il est particulièrement remarquable chez les Palmipèdes et les Gallinacés; chez ceux qui se nourrissent d'insectes, comme les Hirondelles, ou de fruits, ou d'aliments mous, il fait peut-être, il fait même très probablement défaut. Chez les grands Gallinacés, comme le coq, ces corps durs sont représentés par de petits graviers très nombreux et inégaux, faciles à voir. Ils se trouvent mêlés aux aliments, mais occupent pour la plupart cependant la région du pylore. De leur rapprochement et de leur collision résulte aussi la trituration des aliments qui se convertissent en une sorte de pâte molle et qui passent ensuite par parcelles successives dans l'intestin grêle.

» La collision des calculs groupés dans la région pylorique est un phénomène que nous ne saurions voir, mais que nous pouvons entendre. L'oreille nous rend très bien compte du mécanisme de la trituration à laquelle ils président. Voici, en effet, ce que l'auscultation nous permet de constater. Si l'on saisit un coq par la face inférieure du tronc et si l'on applique le dos de l'animal sur l'oreille pendant la durée de la digestion stomacale, on entend un bruit tout particulier qu'on pourrait entendre aussi chez un Palmipède, comme le Canard, ou chez tout autre Oiseau. Mais le coq, entre tous, mérite la préférence. Belliqueux, aimant la liberté, on pourrait croire qu'il va lutter pour reprendre son indépendance. Loin de se débattre, il reste au contraire immobile entre les mains de son ravisseur; il le regarde avec des yeux hagards, comme surpris de son audace, et se prête avec une soumission parfaite à l'étude qu'on va faire sur lui. L'observateur peut continuer cette étude aussi longtemps qu'il le désire, il peut la répéter aussi souvent que cela lui convient, l'animal reste toujours dans une immobilité complète.

» Si donc, au moment où la région dorsale de l'Oiseau est appliquée sur le pavillon de l'oreille, on écoute avec un peu d'attention le bruit résultant de la collision des calculs, voici ce qu'on entend avec la plus grande netteté.

» Ce bruit commence par un murmure sourd et lointain, qui augmente

graduellement d'intensité et qui s'affaiblit ensuite pour s'éteindre graduellement aussi. Il rappelle assez bien le bruissement des feuilles d'un arbre qu'agite un vent d'abord léger, puis plus rapide et plus vif. Après quelques secondes le bruit se renouvelle avec les mêmes caractères. Il a donc pour attributs essentiels : 1° sa tonalité croissante et décroissante; 2° ses intermittences dont la durée est à peu près égale à celle du murmure qui les sépare.

» Or, cette tonalité croissante et décroissante, coupée par des intermittences de même durée, nous explique très bien tous les phénomènes qui se rattachent à la trituration des aliments. Elle nous révèle pour ainsi dire le véritable mécanisme de la digestion stomacale chez l'Oiseau.

» Au début du murmure les organes masticateurs sont séparés par des aliments qui ont pénétré dans leurs intervalles; sous l'influence du resserrement de l'estomac ils se rapprochent. Ceux qui n'étaient séparés que par une très petite distance se rencontrent les premiers et s'entrechoquent : de là le faible murmure qu'on entend d'abord et que nous avons comparé au bruissement des feuilles; puis d'autres calculs separés par une couche plus épaisse ne tardent pas à entrer aussi en collision, et le bruit devient plus distinct. Enfin, tous les corps durs ou masticateurs arrivent au contact; tous à la fois glissent et se meuvent les uns sur les autres; le murmure résultant de leur frottement réciproque et simultané se trouve ainsi porté à son maximum d'intensité.

» A cette première période du murmure, ou période de croissance, succède une période inverse. Presque aussitôt, en effet, les parois de l'estomac commencent à se relâcher; les organes masticateurs s'écartent, sous la pression des aliments qui pénètrent dans leurs intervalles; ceux-ci s'insinuent d'abord entre les plus petits calculs, puis entre les moyens, et finalement entre les plus grands; ainsi s'accomplit la seconde période ou période de décroissance. Survient alors un temps de repos, à peu près égal à la durée du murmure stomacal. Ces mêmes phénomènes se reproduisent et se succèdent dans des conditions identiques, aussi longtemps que la cavité de l'estomac est pleine, c'est-à-dire pendant toute la durée du jour, de nouveaux aliments étant sans cesse introduits et remplaçant les premiers à mesure que ceux-ci pénètrent dans la cavité de l'intestin.

» Tel est le murmure à tonalité croissante et décroissante qui se produit dans l'estomac des Oiseaux au moment où s'entrechoquent les dents artificielles à l'aide desquelles ils broient leurs aliments; tels sont les caractères de ce murmure; tel est le rhytme qu'il présente. Ces phénomènes,

jusqu'ici méconnus, méritaient, je crois, d'être mentionnés et décrits avec quelques détails. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les acides diméthyl et diéthylamidobenzoylbenzoïques et la diméthylanilinephtaléine.* Note de MM. **A. Haller** et **A. Guyot.**

« Dans notre dernière Communication ([1]), nous avons exposé un certain nombre de réactions qui nous portent à attribuer à l'acide benzoylbenzoïque, au moins en ce qui concerne les réactions envisagées, une formule lactonique.

» Si, dans la préparation de cet acide, on remplace le benzène par de la diméthylaniline, on obtient de l'acide diméthylamidobenzoylbenzoïque, qu'on peut également représenter par l'une ou l'autre des deux formules

$$C^6H^4\begin{cases} CO\,C^6H^4.Az(CH^4)^2 \\ CO\,OH \end{cases}, \qquad C^6H^4\begin{cases} C\begin{cases} OH \\ -C^6H^4Az(CH^3)^2 \\ \diagdown O \end{cases} \\ CO\diagup \end{cases}.$$

» Dans cette préparation, pour éviter l'action destructive du chlorure d'aluminium sur la diméthylaniline, il faut avoir soin d'opérer au sein du sulfure de carbone. On dissout le sel dans de la diméthylaniline étendue de deux à trois fois son volume de sulfure de carbone. Quand la solution est saturée, il arrive parfois, surtout en hiver, qu'elle laisse déposer une combinaison cristalline de diméthylaniline et de chlorure d'aluminium, combinaison très altérable à l'air humide, et qui est du genre de celles que M. Perrier a étudiées récemment ([2]). Mais, sans se préoccuper si ce composé se produit ou non, on ajoute, par petites portions, de l'anhydride phtalique finement pulvérisé, tant qu'il se manifeste une réaction. On laisse refroidir, on décante la couche supérieure, presque uniquement composée de sulfure de carbone, et l'on dissout le résidu, d'un aspect goudronneux, dans de l'acide sulfurique au $\frac{1}{5}$. La solution est traitée par l'ammoniaque étendue, et le précipité qui se forme est essoré. On purifie ce composé par redissolution dans le carbonate de soude et cristallisation dans l'alcool.

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXIX, p. 139.
([2]) *Ibid.*, t. CXIX, p. 90.

» L'*acide diméthylamidobenzoylbenzoïque* ainsi obtenu se présente sous la forme de belles aiguilles jaunes, ou de cristaux en forme de losanges fondant à 199°.

» Il se combine aux acides et aux bases pour donner naissance à deux catégories de sels, généralement très bien cristallisés.

» *Le sel de sodium* constitue des cristaux d'un *blanc pur*, solubles dans l'eau et dans l'alcool, répondant à l'une ou l'autre des deux formules

$$C^6H^4\left\langle\begin{matrix}CO.C^6H^4.Az(CH^3)^2\\ COONa\end{matrix}\right. \quad \text{ou} \quad C^6H^4\left\langle\begin{matrix}C\begin{matrix}-ONa\\ -C^6H^4Az(CH^3)^2\\ -O\end{matrix}\\ CO\end{matrix}\right.$$

» Traité par de l'acide sulfurique étendu, ce sel régénère l'acide diméthylamide avec sa couleur jaune primitive.

» *Diméthylamidobenzoylbenzoate de méthyle.* — Cet éther s'obtient avec la plus grande facilité et quantitativement, quand on sature par de l'acide chlorhydrique gazeux une solution d'acide diméthylamide dans l'alcool méthylique.

» Il se présente sous la forme de gros cristaux, d'un *blanc pur*, fondant à 128°, solubles dans tous les dissolvants ordinaires et redonnant par saponification l'acide jaune.

» La formation de cet éther, dans les conditions indiquées, milite en faveur d'une fonction carboxylique dans l'acide diméthylamidobenzoylbenzoïque. Il est cependant à remarquer qu'il existe des molécules phénoliques qui sont éthérifiées dans les mêmes conditions.

» *Diméthylanilinephtaléine.* — Ce composé, obtenu par M. O. Fischer en partant soit de l'anhydride phtalique, soit du chlorure de phtalyle qu'on traite par de la diméthylaniline et du chlorure de zinc fondu, se prépare facilement en faisant agir du chlorure de phosphore sur un mélange d'acide diméthylamidobenzoylbenzoïque et de diméthylaniline. On conduit l'opération comme celle qui a permis de préparer le diméthylamidodiphénylphtalide et, en admettant pour l'acide diméthylamidé, la formule lactonique, la réaction se traduit aisément :

$$C^6H^4\left\langle\begin{matrix}C\begin{matrix}-Cl\\ -C^6H^4Az(CH^3)^2\\ -O\end{matrix}\\ CO\end{matrix}\right. + C^6H^5.Az(CH^3)^2 = C^6H^4\left\langle\begin{matrix}C\begin{matrix}-C^6H^4Az(CH^3)^2\\ -C^6H^4Az(CH^3)^2\\ -O\end{matrix}\\ CO\end{matrix}\right.$$

» Ce procédé de préparation de la diméthylanilinephtaléine permet d'obtenir ce composé à l'état pur avec un rendement de 90 pour 100 de la théorie. Or, avec le procédé de M. Fischer, le seul connu jusqu'à ce jour, il ne nous a jamais été possible d'atteindre même un rendement de 50 pour 100.

---

(1) *Annalen der Chemie*, t. CCVI, p. 92.

» *Tétraméthyldiamidotriphénylméthane-ortho-carbonate de méthyle.*

$$HC\begin{cases} C^6H^4\text{-}Az(CH^3)^2 \\ C^6H^4\ Az(CH^3)^2 \\ C^6H^4\text{-}COOCH^3. \end{cases}$$

» La diméthylanilinephtaléine, réduite par le zinc et l'acide chlorhydrique, se transforme, comme on sait, en acide tétraméthyldiamidotriphénylméthane.o.carbonique, qui n'est autre chose que la leucobase du vert malachite orthocarboxylé. Oxydée, cette leucobase fournit non pas un vert, mais de la diméthylanilinephtaléine qui est régénérée. Mais si, avant cette oxydation, on éthérifie la fonction carboxylique, on obtient un dérivé qui, soumis à l'influence des agents oxydants, donne naissance à une matière colorante.

» Cette éthérification s'opère en saturant de gaz chlorhydrique une solution du leucodérivé dans l'alcool méthylique. L'éther ainsi préparé constitue de très beaux cristaux d'un blanc pur, assez peu solubles dans l'alcool et dans l'éther, beaucoup plus solubles dans le chloroforme, surtout à chaud. Les sels sont généralement très bien cristallisés.

» Le chlorozincate s'obtient, soit en éthérifiant le chlorozincate de l'acide triphénylméthaneorthocarbonique diamidé tétraméthylé, soit en précipitant par une solution de chlorure de zinc une solution chlorhydrique de l'éther. Il cristallise au sein d'une liqueur alcoolique en prismes blancs et incolores.

» Quand on chauffe une solution de la leucobase dans de l'acide acétique cristallisable, avec quelques gouttes de bichromate de potasse, il se produit une coloration d'un bleu pur qui, si l'on pousse l'oxydation trop loin, passe au violet, puis au rouge fuchsiné.

» Il ne nous a pas été possible d'isoler la matière colorante elle-même à l'état de pureté.

» *Acide diéthylamidobenzoylbenzoïque et dérivés.*

» En remplaçant dans la préparation de l'acide diméthylamidobenzoylbenzoïque la diméthylaniline par la diéthylaniline, on obtient l'homologue supérieur de cet acide.

» L'acide diéthylamidobenzoylbenzoïque constitue des cristaux légèrement jaunes, fondant à 180° et possédant les propriétés de l'acide diméthylé. Traité par la diéthylaniline et le trichlorure de phosphore, il donne naissance à de la diéthylanilinephtaléine, cristallisée en aiguilles et dont l'étude n'a pas été poursuivie.

» Nous avons l'intention de continuer l'étude de ces produits de condensation obtenus avec les acides benzoylbenzoïques, et nous nous proposons, en particulier, de chercher à obtenir des phtaléines mixtes amidées, alcoylées et phénoliques (1). »

---

(1) Dans le cours de ces recherches, nous avons été obligeamment secondés par M. Michel, auquel nous adressons nos meilleurs remercîments.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Note sur quelques variations biologiques du* Pneumobacillus liquefaciens bovis, *microbe de la péripneumonie contagieuse du bœuf;* par M. S. Arloing.

« Déjà, en 1889, j'ai signalé des variations chez les formes microbiennes que j'avais observées dans les lésions de la péripneumonie contagieuse du bœuf. J'ai vu, par exemple, que le *Pneumobacillus liquefaciens*, parfois très court, subarrondi dans le bouillon, s'allonge, grossit légèrement et se régularise sur la gélatine; que le *Pneumococcus gutta cerci* et le *Pneumococcus lichenoïdes* augmentent de volume ou deviennent pseudo-bacillaires sur les milieux solides (voir *Comptes rendus* du 9 septembre 1889).

» Depuis cette époque, les idées se sont ouvertes sur les changements de cette nature : on sait mieux les observer et on est moins surpris de les constater, même de les trouver liés à une modification des propriétés pathogènes. J'étudie attentivement, à ce point de vue, les microbes que l'on rencontre dans les lésions de la péripneumonie. Je signalerai simplement dans cette Note quelques variations offertes par le *Pneumobacillus liquefaciens bovis*.

» Conservé longtemps dans le bouillon, à travers des générations successives, cet organisme peut perdre l'aptitude à liquéfier activement et rapidement la gélatine. Je suis parvenu à la lui rendre temporairement, en faisant végéter les individus d'une culture non liquéfiante, d'abord sur le sérum sanguin gélifié, et ensuite sur la pomme de terre. Quelquefois la restitution n'est pas immédiatement complète; le microbe ne liquéfie la gélatine qu'au bout de quelques jours.

» Quand le Pneumobacille a perdu le pouvoir liquéfiant, il végète sur la gélatine inclinée en colonies larges, assez épaisses, à surface légèrement plissée. Ces colonies finissent par prendre une teinte jaunâtre.

» Dans les cultures du Pneumobacille fortement liquéfiant, on rencontre un assez grand nombre d'individus allongés, articulés; dans les cultures non liquéfiantes, les individus courts, trapus, à extrémités arrondies, sont beaucoup plus fréquents.

» Je viens d'observer ces deux variétés côte à côte dans les lésions coccygiennes succédant parfois à l'inoculation de la sérosité virulente du poumon à l'extrémité de la queue, dans un but préventif, selon le procédé du docteur Willems. Elles formaient exclusivement la population microbienne de ces lésions.

» Sur des cultures en plaque, les colonies non liquéfiantes étaient moins nombreuses que les colonies liquéfiantes. Ces dernières s'étendaient rapidement et se confondaient avec leurs voisines, de manière à constituer de grands lacs grisâtres creusés dans la gélatine. Celles-là végétaient moins vite et formaient une légère saillie blanchâtre, translucide.

» Dans les colonies liquéfiantes, les individus étaient manifestement bacillaires. Traités par le procédé de Nicolle et Morax un peu modifié, ces bacilles présentaient une aréole hérissée de cils généralement longs et nombreux.

» Dans les colonies non liquéfiantes, la forme bacillaire était plus difficile à saisir. Les microbes, serrés les uns contre les autres, avaient l'apparence de staphylocoques; mais sur les individus isolés, optiquement saisis suivant leur plus grand diamètre, on apercevait la forme suballongée, trahissant leur affinité avec des bacilles. Au surplus, presque tous possédaient des cils aussi nombreux et aussi longs, toutes proportions gardées, que les individus des colonies liquéfiantes.

» Avions-nous affaire à deux espèces, ou à deux variétés différentes de la même espèce? Nous avons cherché la réponse à cette question dans l'étude comparative des effets pathogènes.

» Inoculées sous la peau du bœuf, à la dose égale de $2^{cc}$, les cultures liquéfiantes et les cultures non liquéfiantes exercent une action qui diffère seulement par l'intensité. Ainsi, tandis que la culture liquéfiante produit en quatre jours une tuméfaction aplatie, dont la plus grande dimension mesure $0^{m},45$, la culture non liquéfiante en produit une mesurant seulement $0^{m},25$. A la dose de $0^{cc},5$, les effets sont beaucoup moins étendus et offrent toujours une différence analogue dans leur intensité respective. Quant à l'aspect intérieur des lésions sous-cutanées, il est exactement, dans les deux cas, celui des tumeurs produites par l'inoculation de la sérosité virulente du poumon péripneumonique.

» Inoculées comparativement dans la poitrine, les unes dans le poumon droit, les autres dans le poumon gauche, leur action diffère simplement encore par l'intensité. Alors que les bacilles liquéfiants produisent des nodules pneumoniques gros comme une pomme, des lésions pleurétiques étendues, des fausses membranes épaisses, infiltrées de sérosité citrine, les bacilles non liquéfiants déterminent des noyaux pneumoniques de la grosseur d'une amande ou d'une noisette, mais à structure caractéristique, des lésions pleurétiques plus circonscrites, des fausses membranes moins pulpeuses.

» Les troubles immédiats qui suivent les inoculations, et sont la conséquence de l'introduction dans l'organisme des substances toxiques déversées par les microbes dans le bouillon de culture, se présentent dans les mêmes conditions que les effets locaux : identité de nature, différence d'intensité suivant qu'il s'agit du Pneumobacille liquéfiant ou du Pneumobacille non liquéfiant.

» J'ai donc eu sous les yeux deux variétés du Pneumobacille, et non deux microbes différents. Conséquemment, le Pneumobacille peut présenter une variété non liquéfiante douée de propriétés pathogènes moins actives.

» Il s'ensuivra que la détermination certaine de cet agent virulent devra reposer sur l'étude de son évolution dans une série de cultures et sur celle des suites de l'inoculation.

» J'espère communiquer prochainement à l'Académie une suite à ces recherches. Elle apportera plus de lumière dans nos connaissances sur la bactériologie de la péripneumonie épizootique. »

## NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la désignation de deux candidats qui doivent être présentés à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour la chaire d'Anatomie comparée, vacante au Muséum d'Histoire naturelle.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du premier candidat,

| | | |
|---|---|---|
| M. Filhol obtient | 37 suffrages. |
| M. Beauregard » | 8 » |
| M. Houssay » | 1 » |

Il y a trois bulletins blancs.

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du second candidat,

| | |
|---|---|
| M. Beauregard obtient | 33 suffrages. |
| M. Houssay » | 2 » |
| M. Jourdan » | 1 » |

Il y a huit bulletins blancs.

En conséquence, la liste présentée par l'Académie à M. le Ministre comprendra :

*En première ligne* . . . . . . . . . M. **Filhol**.
*En seconde ligne*. . . . . . . . . . M. **Beauregard**.

## CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Mémoire de M. *Roberto Campana*, professeur à l'Université de Rome, sur « la lèpre ».

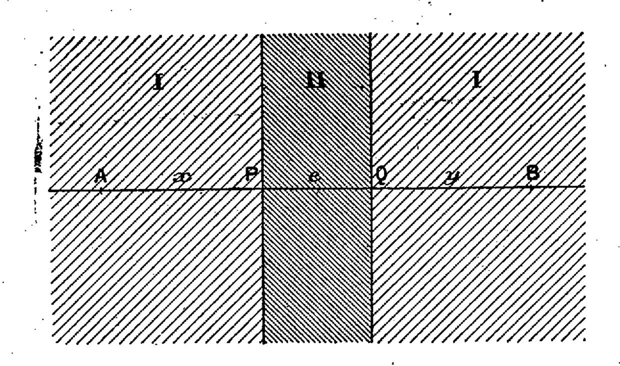
M. A. **Milne-Edwards** transmet une Lettre par laquelle le Comité d'initiative pour l'érection d'un monument à a mémoire d'*Armand de Quatrefages* invite l'Académie à se faire représenter à l'inauguration de ce monument, qui aura lieu à Valleraugue (Gard) le 26 août 1894.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Études sur les actions centrales. Lois générales relatives à l'effet des milieux*. Note de M. **F.-P. Le Roux**, présentée par M. Mascart.

« 1. L'ensemble des faits nous montre que les actions à distance les mieux connues sont influencées par les milieux interposés entre les éléments actifs. D'un autre côté, notre raison répugne à admettre que la transmission de ces actions puisse se faire avec une vitesse infinie. Tout cela nous autorise à concevoir comme possible que l'action d'un élément actif se transmette par une modification oscillatoire imprimée au milieu et s'y propageant plus ou moins vite. Or, sans qu'il soit besoin de rien spécifier sur la nature de ces oscillations, non plus que sur l'espèce des actions auxquelles elles donnent naissance, les raisonnements généraux de la théorie des ondulations paraissent applicables à certains phénomènes qui résultent de ces actions; on semble pouvoir leur appliquer notamment tout ce qui, en Optique, est indépendant de la forme supposée des vibrations. C'est ce que nous allons essayer de faire à propos de l'influence des milieux.

» 2. Concevons un mur à faces planes parallèles, constitué par un milieu II, immergé dans un milieu I.

» Considérons deux éléments actifs A et B, situés, de part et d'autre de ce mur, sur une même perpendiculaire à ses faces.




» Posons $AP = x$, $BQ = y$, $PQ = e$.

» Soient $V_1$ et $V_2$ les vitesses de transmission dans les milieux I et II d'une certaine action s'exerçant entre A et B.

» Posons $\frac{V_1}{V_2} = n$.

» L'action étant supposée se transmettre par ondes, s'il s'agit de milieux isotropes, les ondes doivent être des sphères. Les ondes émanées de A donneront lieu dans le milieu II à des ondes réfractées qui pourront être considérées comme se confondant, dans le voisinage de la normale PQ à la surface de séparation, avec des sphères qui auraient pour centre un point A' déterminé par la condition $A'P = n\,AP$.

» Pour atteindre B, ces ondes devront se réfracter à nouveau au passage du milieu II au milieu I, et l'on pourra, dans la portion qui nous occupe, les confondre avec des sphères ayant pour centre un point A'' tel que $A''Q = \frac{A'Q}{n} = \frac{A'P}{n} + \frac{e}{n} = x + \frac{e}{n}$.

» D'après le principe de Huygens, on peut donc admettre que l'action de A sur B dans le système proposé est la même que celle d'un élément A'', situé comme il vient d'être dit, en supposant que le mur n'existe pas, mais en ayant soin de tenir compte des pertes d'énergie subies par les ondes réfractées en raison de réflexions possibles à chacun des deux changements de milieu.

» Si donc on désigne par $f(r)$ l'expression de la force qui s'exerce entre deux éléments tels que ceux proposés, quand ils sont placés à la distance $r$

dans le milieu I, l'action entre les deux éléments A et B dans les circonstances proposées serait $\rho_1\rho_2 f\left(x + y + \frac{e}{n}\right)$, en appelant $\rho_1$ et $\rho_2$ des coefficients exprimant l'atténuation que subit l'action considérée au passage normal d'un milieu à l'autre suivant le sens de ce passage.

» Ceci devant être vrai quels que soient $x$ et $y$, supposons ces distances infiniment petites; dans ces conditions, l'action de deux éléments situés de part et d'autre du mur serait donc, à un infiniment petit près,

$$\rho_1\rho_2 f\left(\frac{e}{n}\right). \tag{1}$$

» Mais, si les distances des deux éléments agissants aux faces du mur sont infiniment petites, la présence du milieu I ne se fera sentir que par les coefficients d'atténuation, et l'action sera, à un infiniment petit près, celle qui serait réglée par la distance $e$ qui les sépare dans le milieu II, c'est-à-dire $\varphi(e)$ multipliée par le produit des coefficients $\rho_1$ et $\rho_2$. On aura donc pour autre expression de l'action

$$\rho_1\rho_2\varphi(e); \tag{2}$$

d'où, en égalant (1) et (2),

$$f\left(\frac{e}{n}\right) = \varphi(e).$$

» Or $e$, qui est d'ailleurs quelconque, n'est autre chose que la distance de deux éléments actifs; nous pouvons lui substituer le symbole $r$ habituellement employé et écrire $f\left(\frac{r}{n}\right) = \varphi(r)$, ou bien remplaçant $n$ par sa valeur

$$f\left(\frac{V_2}{V_1} r\right) = \varphi(r). \tag{3}$$

» Si maintenant nous posons $r' = V_2 r$, (3) pourra s'écrire

$$f\left(\frac{r'}{V_1}\right) = \varphi\left(\frac{r'}{V_2}\right);$$

d'où, finalement, et en supprimant les accents,

$$f\left(\frac{r}{V_1}\right) = \varphi\left(\frac{r}{V_2}\right). \tag{4}$$

» 3. Une telle égalité signifie que si l'on imagine les fonctions $f(r)$

et $\varphi(r)$ et qu'on remplace $r$ dans la première par $\frac{r}{V_1}$ et par $\frac{r}{V_2}$ dans la seconde, les deux expressions ainsi formées doivent être identiques.

» Il faut donc qu'en supposant ces expressions exprimables par un ensemble de termes algébriques, ceux qui contiennent $r$ avec le même exposant, quelconque d'ailleurs, soient identiques.

» On en conclut que les deux fonctions doivent pouvoir s'écrire

$$f(r) = PV_1^p r^p + QV_1^q r^q + \dots,$$
$$\varphi(r) = PV_2^p r^p + QV_2^q r^q + \dots.$$

» Comme, en combinant de la même manière que ci-dessus un milieu III avec le milieu I, on trouverait $f\left(\frac{r}{V_1}\right) = \psi\left(\frac{r}{V_3}\right)$, on aura donc, pour un milieu III,

$$\psi(r) = PV_3^p r^p + QV_3^q r^q + \dots,$$

et de même pour d'autres milieux.

» Nous sommes donc amené à conclure : *Pour un même genre d'action, le milieu n'intervient dans l'expression de la force en fonction de la distance des éléments actifs que par la vitesse de transmission de cette action dans ce milieu. Les coefficients* P, Q, ... *ne dépendent que du choix des unités et peut-être de l'espèce de l'action. Quant aux exposants* $p$, $q$, ..., *s'ils sont variables, ils ne peuvent dépendre que de l'espèce de l'action.* »

OPTIQUE. — *Sur les interférences à moyenne différence de marche.* Note de M. **Georges Meslin**, présentée par M. Mascart.

« Lorsqu'on fait réfléchir la lumière blanche sur une lame mince, on obtient des colorations, quand l'épaisseur de la lame est seulement de quelques longueurs d'onde; si la lame est très épaisse, l'interférence ne se produit plus; si, enfin, la lame a une épaisseur intermédiaire, les irisations n'apparaissent pas non plus, non parce que l'interférence ne se produit pas, mais parce qu'elle est réalisée au contraire pour un trop grand nombre de couleurs du spectre et qu'un grand nombre de radiations $\lambda_1$, $\lambda_3$, $\lambda_5$ sont détruites, tandis que les radiations intermédiaires $\lambda_2$, $\lambda_4$ sont renforcées de telle sorte qu'en analysant la lumière réfléchie, suivant le procédé de M. Fizeau, on obtient un spectre cannelé; la superposition de ces différentes couleurs produit sur l'œil la même impression que la lumière

blanche naturelle; toutefois cette lumière a une constitution spéciale que je me suis proposé de mettre en évidence de la façon suivante :

» Imaginons que l'on reçoive cette lumière sur une autre lame ayant à peu près la même épaisseur que la première : à l'endroit où l'épaisseur est exactement la même, les seules radiations qui pourront être renforcées sont encore $\lambda_2$, $\lambda_4$, .. ; quant aux radiations $\lambda_1$, $\lambda_3$, ..., elles seraient détruites par interférence, si elles ne l'avaient été déjà par l'action de la première lame; la lumière émergente aura donc la même constitution que précédemment. Considérons maintenant la région voisine où l'épaisseur est un peu différente et telle que ce soient les radiations $\lambda_2$, $\lambda_4$ qui soient détruites par interférence; les couleurs qui seraient susceptibles d'être renforcées sont $\lambda_1$, $\lambda_3$, ...; mais elles n'existent pas dans la lumière incidente, si bien que, par l'analyse, on obtiendrait un spectre contenant deux fois plus de minimas, en $\lambda_1$, $\lambda_3$, ..., ainsi qu'en $\lambda_2$, $\lambda_4$, ....

» On conçoit que, dans ces conditions, la lumière réfléchie, tout en étant blanche, sera moins intense que dans le premier cas. Il suffit pour cela que l'épaisseur ait changé d'un point à l'autre d'un quart de longueur d'onde. On voit que cette condition ne pourra être réalisée à la fois dans toute l'étendue du spectre, mais il suffira, pour que le raisonnement précédent puisse être reproduit, qu'elle le soit au voisinage de la couleur pour laquelle l'œil est le plus sensible; de plus, lorsque cette condition sera réalisée pour une couleur, elle le sera sensiblementpour un nombre de radiations d'autant plus considérable que les minimas sont plus rapprochés, c'est-à-dire que le retard est grand. Les cannelures seront donc en nombre deux fois plus considérable et la lumière sera constituée comme si on avait une lame unique d'épaisseur deux fois plus grande.

» L'intensité de la lumière réfléchie par une lame d'épaisseur $e$ peut se représenter par

$$4a^2 \sin^2 \pi \frac{2e}{\lambda}.$$

» Si cette lumière tombe sur une autre lame d'épaisseur $e'$, l'intensité réfléchie sera

$$4a^2 \sin^2 \pi \frac{2e}{\lambda} \times 4a^2 \sin^2 \pi \frac{2e'}{\lambda};$$

suivant que l'on aura $e' = e$ ou $e' = e + \frac{\lambda}{4}$, il vient

$$16a^4 \sin^2 \pi \frac{2e}{\lambda} \sin^2 \pi \frac{2e}{\lambda} = 16a^4 \sin^4 \pi \frac{2e}{\lambda}$$

ou

$$16a^4 \sin^2\pi\frac{2e}{\lambda}\cos^2\pi\frac{2e}{\lambda} = 4a^4\sin^2\pi\frac{4e}{\lambda}.$$

Cette dernière expression est la même, à un facteur numérique près, que si l'on avait une lame unique d'épaisseur $2e$.

» En opérant avec de la lumière blanche, l'intensité totale peut se figurer *symboliquement*, dans les deux cas, par les expressions

$$\sum \sin^2\pi\frac{2e}{\lambda}\sin^2\pi\frac{2e}{\lambda}d\lambda \quad \text{et} \quad \sum \sin^2\pi\frac{2e}{\lambda}\cos^2\pi\frac{2e}{\lambda}d\lambda,$$

qui représentent l'une et l'autre de la lumière blanche.

» On peut démontrer que chacun de ces termes peut être remplacé par une somme d'intégrales, en nombre égal au nombre des cannelures et l'étude de ces intégrales prouve que la première expression représente une quantité de lumière blanche supérieure à la seconde, comme il a été dit plus haut.

» En résumé, la lumière ainsi obtenue présentera, tout en restant blanche, un maximum aux régions où les deux épaisseurs sont égales et un minimum aux points où la différence des épaisseurs est de un quart de longueur d'onde pour la radiation la plus active du spectre. Si les épaisseurs diffèrent d'un nombre pair ou impair de quarts de longueur d'onde, on aura des maximas moins intenses et des minimas moins tranchés (puisque la concordance ne subsiste que dans une portion plus faible du spectre), en somme, un groupe de franges au voisinage des points où les épaisseurs sont les mêmes; ces franges sont alternativement brillantes et sombres et disparaissent par défaut de contraste entre les maximas et les minimas.

» J'ai, en effet, obtenu ces franges en prenant une lame analogue aux lamelles de microscope, en la coupant suivant une perpendiculaire aux lignes d'égale épaisseur et en regardant l'une des lames par réflexion dans l'autre; tandis qu'aucune d'elles, vue isolément, ne présentait de franges, l'ensemble ainsi disposé en montrait en lumière blanche; mais il fallait pour cela les ajuster de façon qu'un rayon lumineux puisse se réfléchir en deux points où les épaisseurs fussent les mêmes; cet ajustement exigeait quelques tâtonnements. Voici un autre dispositif qui permet d'atteindre ce résultat immédiatement et à coup sûr : il consiste à prendre deux appareils à anneaux de Newton et à regarder l'un par réflexion dans l'autre de façon que les centres d'anneaux ne se correspondent pas.

» En effet, un de ces appareils fournit toutes les épaisseurs possibles, et les rayons lumineux, correspondant à une même épaisseur, forment un cylindre qui s'appuie sur un anneau circulaire du premier appareil; ce cylindre vient rencontrer le second appareil suivant une ellipse qui, à cause du décentrage indiqué, coupe les différents anneaux, c'est-à-dire les lignes d'égale épaisseur comprises entre des valeurs $e'$ et $e''$;

toutes les combinaisons possibles se trouvent donc réalisées entre ces limites et les franges apparaîtront au voisinage du point où le cylindre rencontrera le cercle qui correspond à l'épaisseur $e$.

» J'ai obtenu ainsi, avec deux appareils non identiques, des franges pâles, sans coloration, bien au delà de la région où les anneaux de Newton étaient visibles sur l'un ou l'autre des deux appareils. Ces franges forment des courbes fermées, circulaires ou faiblement elliptiques, qui enveloppent complètement celui des deux systèmes d'anneaux produit par l'appareil dont le rayon de courbure est le plus faible.

» On peut, en effet, s'en rendre compte par une construction graphique. Pour calculer simplement la forme des courbes, plaçons-nous dans l'hypothèse où les rayons tomberaient normalement sur les deux appareils placés presque parallèlement l'un à l'autre; il suffit de chercher le lieu des points tels que le rayon lumineux passant par ce point traverse les deux appareils suivant les mêmes épaisseurs. Soit M ce point, et $y$ et $y'$ ses distances aux deux centres d'anneaux, O et O'; on a

$$y^2 = 2Re, \qquad y'^2 = 2R'e, \qquad \text{d'où} \quad \frac{y}{y'} = \sqrt{\frac{R}{R'}} = K:$$

c'est le lieu des points tel que le rapport des distances à O et O' soit constant; c'est un cercle; si $R' < R$, on a $K > 1$ et le cercle entoure le point O'; si les deux appareils étaient identiques, on aurait

$$R = R' \qquad \text{et} \qquad y = y';$$

les franges seraient des droites perpendiculaires à OO'.

» Cette expérience se projette facilement en employant la lumière solaire et en se servant d'une lentille qui donne sur un écran l'image des anneaux; on reconnaît ainsi que ces franges sont localisées au voisinage des surfaces. »

ÉLECTRICITÉ. — *Inscription autographique directe de la forme des courants périodiques au moyen de la méthode électrochimique* [1]. Note de M. P. **Janet**, présentée par M. Mascart.

« J'ai montré, dans une précédente Communication [2], comment la méthode d'inscription électrochimique permettait, au moyen de mesures prises sur les graphiques à la machine à diviser, de construire par points la courbe représentative des courants périodiques. Je suis parvenu depuis à perfectionner notablement cette méthode en obtenant l'inscription autographique directe, sur le cylindre enregistreur, des courbes cherchées.

---

(1) Laboratoire d'électricité industrielle de la Faculté des Sciences de Grenoble.
(2) *Comptes rendus*, 2 juillet 1894.

» L'appareil employé se compose de quinze styles en acier (aiguilles à tricoter), isolés les uns des autres, et dont les pointes équidistantes sont disposées en ligne droite à $1^{mm}$ environ les unes des autres. Ces styles communiquent respectivement avec quinze points équidistants pris sur une batterie d'accumulateurs en tension : dans les expériences faites, les communications étaient prises de deux en deux éléments, de sorte que la différence de potentiel entre deux pointes consécutives était de 4 volts environ. Cela posé, soient A et B les deux points entre lesquels on veut étudier une force électromotrice périodique : on met le point A en communication avec le cylindre, le point B avec l'un des styles. (Dans les expériences, c'était en général le troisième du côté négatif, mais ce choix n'a rien d'absolu.) On procède alors à l'inscription. En se reportant à la démonstration qui a été donnée dans la Note déjà citée, on verra sans peine que chaque style décrit, sous forme de traces bleues, une série de segments de droites, et que tous ces segments ne sont autre chose que les segments interceptés par une série de droites parallèles et équidistantes, sur la courbe périodique étudiée : il en résulte que cette courbe se dessine immédiatement d'elle-même en hachures bleues sur fond blanc. C'est par ce procédé qu'ont été obtenues les courbes que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie; elles représentent la différence de potentiel aux bornes du secondaire d'un transformateur Zipernowsky fonctionnant sensiblement à vide.

» Il résulte de cette Communication et des deux autres que j'ai eu occasion de publier précédemment ([1]) que la méthode électrochimique se prête avec la plus grande facilité à l'étude des plus importantes questions que présente le courant alternatif; fréquence, différence de phases, forme du courant ou de la force électromotrice : il semble donc que, dès maintenant, elle doive prendre sa place dans l'Électrotechnique à côté de méthodes plus précises peut-être, mais à coup sûr plus compliquées et plus délicates. »

---

([1]) *Comptes rendus*, 16 avril et 2 juillet 1894.

ÉLECTRICITÉ. — *Coefficient de self-induction de n fils parallèles égaux et équidistants, dont les sections sont réparties sur une circonférence.* Note de M. **Ch.-Eug. Guye**, présentée par M. Lippmann.

« Dans une précédente Communication (¹) j'ai montré comment l'on peut, à l'aide de la moyenne distance géométrique, calculer les coefficients d'induction d'un ou même de plusieurs systèmes concentriques, formés chacun de *n* fils égaux, parallèles et équidistants, lorsque la section de ces fils est circulaire.

» Dans le but de vérifier expérimentalement l'exactitude des formules établies, j'ai déterminé les coefficients de self-induction de deux systèmes de fils parallèles.

» Le premier était formé de trois fils égaux de $0^{cm},007015$ de rayon; la section du système comprenait donc trois surfaces circulaires équidistantes, réparties sur une circonférence de $50^{cm}$ de rayon et l'ensemble des trois fils parallèles formait un conducteur carré de $103^{cm}$ de côté.

» Le second système, absolument analogue, était formé de six fils semblables.

» J'ai mesuré les coefficients de self-induction de ces deux systèmes par une méthode déjà connue, qui convient particulièrement à la mesure des faibles coefficients d'induction (²). Elle consiste, comme on sait, à observer l'extinction du son dans un téléphone placé dans la diagonale d'un pont de Wheatstone, les autres branches étant occupées par le conducteur en expérience et par des résistances connues. A la place de la pile se trouve le circuit secondaire d'une bobine d'induction. On intercale, en outre, un appareil à induction mutuelle variable, formé de deux bobines mobiles l'une par rapport à l'autre. L'une des bobines est placée dans la diagonale du téléphone, l'autre dans la branche renfermant la force électromotrice. En manœuvrant convenablement les résistances et l'appareil à induction variable, on rend le téléphone muet et l'on a tous les éléments pour déterminer le coefficient cherché.

» Si l'on désigne par $r_0, r, r_1, r_2, r_3, r_4$ les six résistances du réseau ; par

---

(¹) Ch.-Eug. Guye, *Comptes rendus*, 11 juin 1894.

(²) H.-F. Weber, *Acad. der Wissenschaften*, Berlin; 1886.

$L_0, L, L_1, L_2, L_3, L_4$ leurs coefficients de self-induction, et par M le coefficient d'induction mutuelle des deux bobines mobiles, le coefficient cherché $L_1$ a pour expression

$$L_1 = M\left(1 + \frac{r_1}{r_2} + \frac{r_1}{r_3} + \frac{r_1}{r_4}\right) + L_2\frac{r_1}{r_2} + L_3\frac{r_1}{r_3} - L_4\frac{r_1}{r_4}.$$

» En choisissant pour $r_3$ et $r_4$ des conducteurs identiques, la formule se réduit à

$$L_1 = L_2 + M\left(2 + 2\frac{r_1}{r_3}\right).$$

» Le conducteur 2 étant un fil replié sur lui-même, son coefficient de self-induction $L_2$, d'ailleurs très petit, peut être calculé exactement. De même le coefficient M peut se déduire des dimensions et de l'angle des deux bobines ou être mesuré directement par l'expérience. La détermination du rapport $\frac{r_1}{r_3}$ ne présente aucune difficulté.

» Toutes corrections faites, cette méthode a donné les résultats suivants :

| 1er système. | 2e système. |
|---|---|
| $L_1 = 4704^{cm}$ | $L_1 = 4155^{cm}$ |

» D'autre part, j'ai calculé ces coefficients à l'aide de la formule connue, donnant le potentiel mutuel de deux circuits linéaires parallèles de forme carrée

$$m = 8\left[b\log_e\left(\frac{b+\sqrt{b^2+d^2}}{b+\sqrt{2b^2+d^2}}\,\frac{\sqrt{b^2+d^2}}{d}\right) + 2\sqrt{2b^2+d^2} - 2\sqrt{b^2+d^2} + d\right].$$

En remplaçant, dans cette expression, la distance $d$ des deux conducteurs par la moyenne distance géométrique $a$ des éléments de la section, on obtient le coefficient cherché.

» La moyenne distance $a$ est, dans le cas particulier, donnée par la formule

$$\log a = \frac{\log(a_1 n R^{n-1})}{n},$$

dans laquelle $a_1$ représente la moyenne distance des éléments de la section d'un seul fil (soit $0{,}7788\rho$), $n$ le nombre des fils et R le rayon de la circonférence sur laquelle sont réparties les sections des différents fils.

» On avait ainsi :

| Premier système. | Deuxième système. |
|---|---|
| $a_1 = 0{,}005463$ cm | $a_1 = 0{,}005463$ cm |
| $n = 3$ | $n = 6$ |
| $R = 0{,}50$ | $R = 0{,}50$ |
| $a = 0{,}1600$ | $a = 0{,}3175$ |
| $L_1 = 4656$ | $L_1 = 4132$ |

» La différence entre les résultats du calcul et de l'observation est comprise entre $\frac{1}{100}$ et $\frac{1}{200}$; l'expérience confirme donc, comme on pouvait s'y attendre, les précisions de la théorie [1] ».

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'équation des décharges.* Note de M. **R. Swyngedauw**, présentée par M. Lippmann.

« Considérons un condensateur dont les armatures sont réunies par un fil conducteur homogène présentant une interruption. Si l'on charge ce condensateur très lentement jusqu'à ce qu'une étincelle éclate à l'interruption, il se produit une décharge satisfaisant à trois conditions, à l'instant où la décharge commence : 1° l'intensité du courant est nulle; 2° entre deux sections du fil séparées par l'interruption ou, ce qui revient au même, entre les deux armatures du condensateur, la différence de potentiel a une valeur déterminée $V_0$; 3° entre deux sections du fil séparées par un segment conducteur continu, la différence de potentiel est nulle.

» En supposant le courant uniforme, W. Thomson a donné une théorie de la décharge résumée dans la formule suivante, exprimée en notations connues,

$$(1) \qquad i = \frac{V_0}{2\alpha L} e^{-\frac{R}{2L}t}(e^{\alpha t} - e^{-\alpha t}), \qquad \alpha = \sqrt{\frac{R^2}{4L^2} - \frac{1}{LC}}.$$

» Cette équation ne satisfait pas à toutes les conditions initiales; elle contredit la troisième. En effet, entre deux sections du fil $a$ et $b$, la différence de potentiel $v$ est donnée par la relation

$$(2) \qquad v = ri + l\frac{di}{dt},$$

(1) Zurich, laboratoire d'Électricité de l'École Polytechnique.

$r$ désignant la résistance du segment $ab$, $l$ le coefficient d'induction de tout le circuit sur ce segment. D'après l'équation (1), au début de la décharge $i_{t=0} = 0$, $\left(\frac{di}{dt}\right)_{t=0} = \frac{V_0}{L}$; donc, au début de la décharge, la différence de potentiel entre $a$ et $b$ serait $v_{t=0} = \frac{lV_0}{L}$, c'est-à-dire en général $\gtrless 0$ même quand $a$ et $b$ appartiennent au même conducteur homogène et continu. Il en résulte qu'*au moins dans les premiers instants de la décharge, l'équation de Thomson ne représente pas le phénomène*. Cela tient en particulier à ce fait que, pour établir cette relation, on suppose la résistance constante, ce qui est une hypothèse loin de la réalité au début. Quand la décharge commence à passer, la résistance de la couche d'air de l'interruption peut être considérée comme infinie; elle diminue par suite de l'échauffement et devient rapidement comparable aux résistances métalliques. En définitive, au début du phénomène, on a trois fonctions du temps à déterminer par leurs variations : la différence de potentiel, l'intensité et la résistance, chacune d'elles introduisant une constante arbitraire. Lorsque les variations de la résistance totale deviennent négligeables par rapport à cette résistance, l'équation différentielle des décharges de Thomson est à coefficients constants : par suite sa solution a la même forme que l'équation (1), mais les constantes d'intégration sont différentes.

» Depuis l'instant où la décharge commence, jusqu'à l'instant où la théorie de Thomson s'applique, les conditions initiales nous donnent des indications sur la loi du phénomène. Considérons la formule (2), qui donne la différence de potentiel entre deux sections $a$ et $b$ du fil de décharge; supposons que ces sections soient les extrémités d'un segment conducteur homogène et continu, et prenons pour $ab$ un sens tel que l'intensité soit positive.

» On a

$$v = ri + l\frac{di}{dt},$$

à l'instant $t = 0$, $i_{t=0} = 0$, $v_{t=0} = 0$; on peut toujours choisir $a$ et $b$ de façon que $l$ soit $\gtrless 0$ : donc $\left(\frac{di}{dt}\right)_{t=0} = 0$.

» *L'intensité et la dérivée de l'intensité*, étant toutes les deux nulles pour $t = 0$, *sont des fonctions croissantes du temps dans les premiers instants de la décharge*. En représentation graphique, *la courbe des intensités en fonction des temps, tangente à l'origine à l'axe des temps, commence par tourner sa*

*concavité vers l'axe des intensités;* et, comme l'intensité ne peut croître indéfiniment, il arrive un moment où la courbe tourne sa concavité vers l'axe des temps. La courbe présente donc un premier point d'inflexion; au delà de ce point, elle prend une allure correspondant à l'équation de Thomson.

» Si le coefficient $l$ qui figure dans la formule (2) est $> 0$, *la différence de potentiel entre les points a et b est une fonction croissante du temps dans les premiers instants de la décharge.* Il en est toujours ainsi quand $a$ et $b$ sont les extrémités d'une bobine sur laquelle l'induction du reste du circuit est négligeable devant l'induction propre ou agit dans le même sens que celle-ci.

» La différence de potentiel entre $a$ et $b$, ne pouvant croître indéfiniment, atteint un premier maximum compris entre le premier point d'inflexion et le premier maximum de l'intensité.

» Avant que la différence de potentiel maximum soit atteinte entre $a$ et $b$, une certaine charge a traversé la bobine; l'expérience suivante permet de la déterminer. L'armature interne C d'un condensateur est réunie à l'armature externe C′ par un conducteur offrant : 1° une interruption $I_1$; 2° une bobine AB. Cette bobine a $80^m$ de fil. Les autres conducteurs sont très courts et sont de faible résistance dans le circuit $CI_1ABC'$; désignons-les, pour abréger, par leurs extrémités. On rapproche $I_1A$ de BC′ de façon que l'étincelle éclate simultanément en $I_1$ et entre un point $a$ de $I_1A$ et un point $b$ de BC′; on détermine la plus grande distance $I_2$ de $a$ et $b$ pour laquelle on observe simultanément une étincelle entre $I_1$ et entre ces points; on mesure le rapport des potentiels explosifs en $I_1$ et $I_2$. L'expérience montre de plus : 1° que $I_2$ ne varie pas sensiblement quand les conducteurs $I_1C$, $I_1A$, BC′ varient de quantités inférieures à une certaine limite; 2° que $I_2$ diminue de $\frac{1}{5}$ de sa valeur environ (¹) quand on double la distance explosive de l'interrupteur $I_1$ sans changer le potentiel explosif (²).

» Ces données permettent de calculer le rapport de la charge initiale du condensateur à la charge qu'il possède quand la différence de potentiel est

---

(¹) Cette diminution peut être due à l'augmentation de la résistance de l'interruption; on peut l'expliquer aussi en admettant que, pour échauffer la couche d'air de l'interrupteur, il faut une quantité d'électricité d'autant plus grande que la distance explosive $I_1$ est plus grande.

(²) On y arrive en substituant un interrupteur à pointes à l'interrupteur à boules.

maxima entre $a$ et $b$. On trouve ainsi que, dans certains cas, *près du tiers de la charge a déjà passé avant que la différence de potentiel maximum soit atteinte entre les extrémités de la bobine* (1). Ces considérations sont très importantes pour l'explication des phénomènes signalés dans une Note antérieure (2). »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Séparation et dosage de l'étain et de l'antimoine dans un alliage.* Note de M. **Mengin**, présentée par M. Henri Moissan.

« La séparation de l'antimoine et de l'étain présente d'assez grandes difficultés, surtout quand ces deux corps sont alliés à d'autres métaux précipitables par l'hydrogène sulfuré, comme le métal antifriction par exemple, car dans ce cas il est peu pratique de transformer ces métaux en sulfures, leur dissolution complète dans les sulfures alcalins pour les séparer des autres étant longue et pénible.

» Quand on a affaire à un alliage de cette sorte, le mieux est d'attaquer par l'acide azotique, qui dissout les autres métaux et transforme en oxydes insolubles l'étain et l'antimoine. On recueille ces oxydes, qu'on lave, calcine et pèse. C'est à ce moment que surgit la difficulté, car, si l'on a réussi à séparer l'étain et l'antimoine des autres métaux, il n'est pas facile de les doser sous cette forme : un grand nombre de méthodes ont été proposées qui laissent toutes à désirer, parce qu'elles présentent des causes d'erreur, ou parce qu'elles sont d'une exécution longue et difficile. Les uns ont essayé de réduire les oxydes par voie sèche, les autres de les dissoudre pour précipiter ensuite les métaux.

» Je mettrai à part la méthode électrolytique, qui n'est applicable que quand on possède les appareils, et quand on a déjà réussi à dissoudre les deux métaux, étain et antimoine, seuls dans une liqueur.

» J'ai pensé qu'il était inutile de chercher des moyens détournés pour dissoudre les deux oxydes calcinés, et qu'on pourrait facilement les réduire en faisant directement agir sur eux l'hydrogène naissant. L'expérience et les données de la Thermochimie confirment cette manière de voir. En effet, si l'on fait agir l'acide chlorhydrique sur l'antimoniate d'an-

---

(1) Institut de Physique de la Faculté de Lille.

(2) *Comptes rendus* du 23 avril 1894.

timoine, il se fait la réaction suivante en présence de l'étain :

$$Sb^2O^4 + 8HCl \text{ diss.} + 4Sn = 2Sb + 4H^2O + 4SnCl^2 \text{ diss.}$$
$$+ (4.69,0 + 4.81,2 - 248,6 - 8.39,3) = (+37,8).$$

» Il est facile d'établir le même calcul pour l'étain.

» Voici donc le mode opératoire que je propose comme me paraissant plus simple, d'une exécution plus facile, et m'ayant donné des résultats d'une exactitude très suffisante.

» Après avoir calciné les deux oxydes et en avoir pris le poids, on les introduit dans un verre de bohême avec une plaque ou une balle d'étain pur, de l'eau et de l'acide chlorhydrique. L'antimoine commence immédiatement à se réduire et l'oxyde d'étain est transformé en chlorure. On porte au bain de sable, car la réaction, très lente à froid, se fait beaucoup mieux à chaud (pour $1^{gr},50$ à $2^{gr}$ d'oxydes, il faut trois heures environ en liqueur très acide). Il est bon d'agiter de temps en temps pour renouveler les contacts. On reconnaît que la réaction est terminée quand on n'aperçoit plus traces d'oxydes; à ce moment, la liqueur est parfaitement limpide, et le métal réduit, très noir, se précipite rapidement au fond du vase quand on le retire du feu.

» On décante la liqueur et on lave le précipité dans le verre avec de l'eau bouillie et refroidie à l'abri de l'air, on recueille le précipité sur un filtre qu'on lave à l'eau puis à l'alcool, on sèche à l'étuve puis on pèse. On a ainsi très exactement le poids de tout l'antimoine. J'ai pu m'assurer que dans cette opération de lavage du précipité pulvérulent d'antimoine il n'y avait pas d'oxydation appréciable. On pourrait, si l'on voulait, opérer plus rigoureusement, sécher dans le vide et fondre le métal.

» Connaissant le poids des oxydes calcinés et celui de l'antimoine, on a par un calcul très simple celui de l'étain.

» Soit A le poids d'antimoine, on multiplie ce nombre par 1,262 pour avoir le poids correspondant d'oxyde d'antimoine, que l'on retranche du poids M du mélange des deux oxydes.

» $M - A.1,262 =$ poids de l'oxyde d'étain, ce dernier multiplié par 0,78667, donne le poids de l'étain contenu dans l'alliage.

» J'ai fait de nombreux essais, en suivant la marche indiquée ci-dessus, et tous m'ont donné d'excellents résultats.

» MM. Louvet et Tambon, pharmaciens de la Marine, ont voulu à leur tour contrôler le procédé, et après avoir précipité tout l'antimoine par l'étain, ils ont de nouveau précipité tout l'étain par une lame de zinc; ils ont eu pour l'étain une perte de moins de $0^{gr},01$.

» Voici les chiffres d'une analyse :

| Prise d'échantillon. | | Oxydes trouvés. | Métaux réduits. | |
|---|---|---|---|---|
| Étain ....... | $1^{gr},162$ | 3,131 | Étain ....... | $1^{gr},154$ |
| Antimoine... | $1^{gr},312$ | » | Antimoine... | $1^{gr},309$ |

» Dans cette analyse on voit qu'on n'a perdu que $0^{gr},003$ d'antimoine, et seulement 6 d'étain. La lame d'étain introduite pour réduire les deux oxydes avait perdu $6^{gr},918$. »

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les pouvoirs rotatoires variables avec la température; réponse à M. Colson.* Note de M. A. LE BEL, présentée par M. Arm. Gautier.

« L'objet du nouveau Mémoire de M. Colson est de montrer que, « en certains cas », les variations que le pouvoir rotatoire éprouve avec la température, sont dues à « des équilibres chimiques », autrement dit à des réactions qui se produisent entre les impuretés qu'ils renferment. L'auteur cite, comme exemple unique, l'acétate d'amyle. Nous accorderons volontiers que le produit qu'il a examiné renferme assez d'alcool amylique et d'acide acétique pour que leur réaction à 100° produise une nouvelle quantité d'acétate d'amyle. Cette réaction produira évidemment un accroissement du pouvoir rotatoire et il était facile de prévoir que l'anhydride acétique, qui transforme le restant de l'alcool amylique libre en acétate, mettrait fin à des variations de pouvoir ayant une pareille cause. Cela prouve qu'il vaut mieux laisser dans ces éthers un petit excès de chlorure d'acétyle ou d'anhydride, ainsi qu'il est d'usage, plutôt que de laver à l'eau.

» En somme, l'acétate d'amyle, ainsi que l'éther isobutylamylique qui a servi aux expériences précédentes de M. Colson, renfermaient un excédent d'alcool amylique; mais, chez le premier, le pouvoir devient constant quand il perd son alcool; chez le second, j'ai démontré que, même préparé par le chlorure d'amyle et l'alcool isobutylique sodé, par conséquent exempt d'alcool amylique, le pouvoir continue à varier considérablement entre — 40° et 100°; seulement, il cesse de devenir négatif. M. Colson affirme de nouveau que ce changement de signe se produit; il lui attribue une importance théorique. Peut-être pensera-t-on que, pour maintenir cette affirmation, il faudrait de nouvelles expériences, faites sur un corps que M. Colson aurait préparé lui-même, et non pas sur un produit emprunté à un autre chimiste.

» Les variations de pouvoir rotatoire énormes que subissent les tartrates d'éthyle et de méthyle ne peuvent pas non plus être dues à des traces d'alcool et d'acide tartrique, car ces corps ne bouillent dans le vide qu'à des températures élevées : l'alcool est parti bien avant; quant à

l'acide tartrique, il n'est pas volatil. Ces tartrates sont les premiers corps signalés comme ayant un pouvoir variant avec la température. Cette observation de M. Pictet est rapportée dans la *Chimie* de M. Beilstein. Autrefois, on supposait que ces variations étaient dues à des polymérisations; la question n'a pris un intérêt considérable qu'à partir du moment où M. Ramsay a pu démontrer que le tartrate d'éthyle est formé à 70° (température à laquelle le pouvoir varie encore) et l'éther isobutylamylique, à toutes les températures, par une molécule simple. Ce dernier corps a l'avantage de se prêter à l'observation jusqu'à — 23° et, de plus, une mesure cryoscopique faite dans la benzine par M. Freundler indique également une molécule simple.

» On ne peut donc pas plus attribuer ces variations à une polymérisation qu'à des impuretés, et il faut bien admettre qu'un changement interne se produit dans la molécule; qu'on le compare à une congélation interne ou non, le mot importe peu. L'hypothèse ne commence, en réalité, qu'à partir du moment où l'on admet que ce changement est dû à ce fait que les liaisons monovalentes, libres à chaud, deviennent immobiles à froid (position favorisée de M. Wislicenus).

» Il n'y a autre chose à demander à une hypothèse que de rendre compte des faits; or, celle de M. Wislicenus, non seulement rend compte des variations du pouvoir rotatoire, mais permet de prévoir un nouveau fait très intéressant, observé par M. Colson lui-même sur l'éther isobutylamylique, à savoir que le pouvoir devient constant vers 100°. En effet, dès que la mobilité parfaite est atteinte, les variations du pouvoir doivent cesser; j'ai confirmé cette observation, que je considère comme capitale, et je l'ai étendue au lactate de méthyle qui, pour $5^{cm}$, tourne de $-2°41'$ à $-23°$; de $-4°2'$ à $+15°$; et de $-4°47'$ à 100°. Il est vrai que le pouvoir du tartrate d'éthyle continue à augmenter encore à 100°, mais la limite n'est pas nécessairement la même pour tous les corps.

» Quant à la loi de M. Guye, à savoir que l'action optique d'un atome est proportionnelle à sa masse, j'ai fait cette réserve que probablement il faudrait substituer à la masse la réfraction atomique $\frac{n^2-1}{n^2-r} \times \frac{M}{d}$. Cela mettrait les phénomènes de la polarisation rotatoire sur le même plan que ceux de la réfraction. Les résultats que donnent les deux hypothèses sont en général concordants, et je crois que l'un ou l'autre énoncé est applicable à tous les corps actifs. Actuellement, nous ne savons faire cette application que dans le cas où les liaisons sont mobiles, et la *formule de M. Guye*,

établie avec cette hypothèse, n'est évidemment utilisable que lorsqu'elle est réalisée. C'est pourquoi nous voyons cette formule s'appliquer très bien au tartrate d'éthyle et aux éthers amyliques mixtes à 100°. Si les pouvoirs varient à des températures plus basses, nous ne pouvons prévoir jusqu'où va aller la variation; il est donc actuellement peu important que quelques-uns changent de signe.

» Cette discussion a eu l'utilité de jeter quelque lumière sur la question de la mobilité des liaisons monovalentes, qui est encore loin d'être éclaircie. J'aurais continué à m'en occuper, si je n'avais appris que M. Guye a entrepris de son côté, sur ce sujet, un travail étendu. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse de l'acide mésoxalique et mésoxalate de bismuth.* Note de M. **H. Causse**, présentée par M. Arm. Gautier.

« L'oxydation de la glycérine a été, dans ces dernières années, l'objet de nombreuses recherches. Successivement on l'a traitée par la mousse de platine et l'oxygène (M. Grimaux), par l'acide azotique faible, le brome et les carbonates alcalins, l'oxyde de plomb (M. E. Fischer). Dans tous les cas, l'oxydant généralement peu énergique, ou employé à dessein en quantité insuffisante, attaquait une fonction alcoolique primaire ou secondaire et engendrait des dérivés aldéhydiques ou acétoniques, avec lesquels on a tenté la synthèse des sucres (M. E. Fischer).

» Toutefois, la glycérine, mise au contact de l'acide nitrique concentré, subit une oxydation commune aux alcools (M. Debus); d'ordinaire très énergique, difficile à modérer, donnant une série nombreuses de dérivés, parmi lesquels l'objet que visent les recherches figure souvent pour une quantité minime.

» J'ai observé que cette réaction se régularise par la présence d'un oxyde métallique susceptible de former, avec l'acide naissant, un composé insoluble; le sel aussitôt produit quitte le champ de la réaction et la limite à la première combinaison insoluble qui se forme.

» C'est ce qui arrive quand on traite la glycérine par le nitrate neutre de bismuth : il se dépose un sel cristallin. Cette propriété, la glycérine la partage avec les sucres et, en général, avec tous les composés renfermant des fonctions alcooliques, pendant que les dérivés à fonctions simples, comme l'acide acétique, résistent à l'action du réactif précédent. Nous ne décrirons dans cette Note que ce qui concerne la glycérine, nous réservant

de revenir prochainement sur les sels dont nous signalons aujourd'hui l'existence.

» *Mésoxalate de bismuth.* — Dans un mélange de $100^{cc}$ d'acide nitrique $D = 1,39$ et de $250^{cc}$ de solution saturée de nitrate de potasse, on dissout jusqu'à refus du sous-nitrate de bismuth; on chauffe ensuite vers 50° pendant une demi-heure, en présence d'un excès de ce même sel. La solution filtrée est additionnée du tiers de son poids de glycérine $D = 30°$ B., distribuée dans des ballons de $150^{cc}$ de capacité, remplis à moitié seulement, et chauffée jusqu'à ce que des bulles apparaissent; à ce moment le feu est supprimé. La réaction ainsi amorcée débute lentement, mais elle progresse avec rapidité et devient après quelques minutes extrêmement violente; du bioxyde d'azote, de l'acide carbonique se dégagent en abondance, puis un calme relatif s'établit, le liquide se trouble et laisse déposer de petits cristaux blancs brillants dont la quantité augmente tant que se manifeste le dégagement gazeux.

» Lorsque la réaction est terminée, le précipité est séparé du liquide, jeté sur un filtre, soumis à une forte pression entre des doubles de papier joseph, séché complètement à l'air; lavé ensuite à l'eau distillée, jusqu'à élimination des sels étrangers, et enfin desséché à la température ordinaire.

» Le mésoxalate de bismuth est en petits cristaux blancs qui, vus au microscope, paraissent être des plaques rhomboïdales. Ils présentent, outre les réactions générales des sels de bismuth, le caractère le plus constant des combinaisons de ce métal, la dissociation par l'eau et la décomposition par la chaleur.

» Exposés quelque temps à une température de 50°-60°, ils jaunissent; si elle est prolongée, ils charbonnent; l'eau froide est à peu près sans action, mais l'eau bouillante enlève toujours de l'acide mésoxalique, facile à mettre en évidence, par l'une des réactions que nous allons indiquer.

» Avec les acides minéraux, l'attaque à froid est incomplète; à chaud il se dégage de l'acide carbonique provenant de l'acide mésoxalique.

» Les alcalis caustiques se conduisent de même; si on les fait agir en solution concentrée, on observe que le mésoxalate noircit: l'acide mésoxalique est dans ces conditions détruit; il se comporte vis-à-vis de l'oxyde de bismuth comme le ferait la glucose.

» L'anhydride acétique agissant en vase clos à 100° dissout le mésoxalate qui par le refroidissement se dépose inaltéré.

» *Composition.* — Le sel desséché d'abord dans un courant d'air, puis exposé longtemps au-dessus de l'acide sulfurique, a donné à l'analyse des résultats qui correspondent à la formule $C^3HO^6Bi$.

» Les nombres obtenus font de la combinaison bismuthique précédente un mésoxalate basique de bismuth. Si l'on adopte pour l'acide mésoxalique la formule suivante

$$\begin{array}{l} CO^2H \\ | \\ C\left\langle\begin{array}{l} OH \\ OH \end{array}\right. \\ | \\ CO^2H \end{array}$$

qui en fait un acide bibasique contenant le groupe dioxyméthylène

$C(OH)^2$, le sel décrit pourra être représenté par l'expression suivante :

```
CO²————\
|  /O ————Bi.
C<         /
|  \OH    /
CO²———/
```

» *Acide mésoxalique.* — L'acide mésoxalique n'ayant pas été jusqu'ici préparé avec la glycérine, bien qu'il constitue un dérivé prévu de l'oxydation de cet alcool, nous avons pensé qu'il était nécessaire de l'isoler et de le caractériser par d'autres réactions.

» Le mésoxalate de bismuth est mis en suspension dans l'eau, contenant un peu de bicarbonate de potasse, et traité par un courant d'hydrogène sulfuré; le gaz hydrogène sulfuré est absorbé; lorsque l'odeur hépatique est persistante, on filtre, on chasse l'hydrogène sulfuré par un chauffage au bain-marie et la solution présente les réactions suivantes :

» La liqueur de Fehling est réduite lentement à froid; à chaud on obtient une réduction comme avec les glucoses.

» Le chlorure de baryum y produit un précipité blanc cristallin de mésoxalate de baryte insoluble.

» *Mésoxalate d'argent :* $C^3H^2O^6Ag^2$. — Ce sel s'obtient en versant du nitrate d'argent dans la solution précédente, préalablement neutralisée. Précipité blanc cristallin, noircissant à la lumière, et répondant à la formule ci-dessus.

» *Dérivé hydrazinique.* — Il se sépare sous forme de cristaux blancs légers, quand on verse une solution de chlorhydrate de phénylhydrazine au dixième saturée d'acétate de sodium, dans la solution précédente; après deux cristallisations dans l'alcool bouillant où ils sont d'ailleurs peu solubles, ils se déposent sous forme de feuillets nacrés fusibles à (164°-165°); à (163°-164°), d'après M. E. Fischer.

» *Mésoxalate acide de potassium :* $C^3H^3O^6K, 2H^2O$. — Ce sel, qui n'a pas été encore décrit, se dépose par concentration de la solution, au sein de laquelle a été effectuée la décomposition sulfhydrique. Cristaux déliquescents, d'une saveur très acide, solubles dans l'eau, insolubles dans l'alcool et l'éther, après un lavage à l'éther sec, ils ont donné à l'analyse des nombres s'accordant avec la formule indiquée plus haut.

| | Trouvé. | | Calculé pour la formule. |
|---|---|---|---|
| C pour 100 | 18,60 | 18,65 | 18,75 |
| K » | 20,25 | 20,28 | 20,31 |

» *Mésoxalate de potassium et d'antimoine :* $C^3H^2(SbO)KO^6, H^2O$. — Cet émétique se prépare, en faisant bouillir l'oxyde d'antimoine avec le mésoxalate acide de potassium. La solution filtrée bouillante abandonne par le refroidissement des cris-

taux qui, vus au microscope, sont constitués par des prismes groupés en rosette; un dosage d'antimoine lui assigne la formule précédente.

| | Trouvé. | Calculé pour la formule $C^3H^4(SbO)KO^7$. |
|---|---|---|
| $Sb^2O^3$ pour 100 .................. | 49,70 | 49,99 |

» Enfin, le sel d'argent décomposé par une quantité d'acide chlorhydrique, légèrement inférieure à la dose théorique, cède son acide mésoxalique à un mélange d'alcool et d'éther; l'évaporation de ce dissolvant laisse de petits cristaux fusibles à 120°.

» Telles sont les réactions sur lesquelles il nous semble que nous pouvons nous appuyer pour conclure que l'acide obtenu est bien l'acide mésoxalique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Contribution à l'étude de quelques acides amidés, obtenus par dédoublement des matières protéiques végétales.* Note de M. E. **Fleurent**, présentée par M. Schützenberger.

« Dans une précédente Communication [1] j'ai étudié de quelle façon les matières albuminoïdes végétales se comportent sous l'action de l'hydrate de baryte dans différentes conditions de concentration, de température et de pression. J'ai démontré que les équations posées par M. Schützenberger, pour les matières protéiques animales, ne conviennent plus dans le cas actuel, et j'ai avancé que la rupture de l'équilibre entre les quantités d'ammoniaque, d'acide oxalique et d'acide carbonique produites était due, au moins en partie, à l'action ultérieure de la baryte sur les acides aspartique et glutamique provenant du dédoublement des groupes asparagine et glutamine préexistant dans la molécule protéique originelle.

» J'ai été ainsi amené à étudier l'action de la baryte sur les deux acides précédents, et ce sont les conclusions auxquelles je suis arrivé qui font l'objet de la présente Note.

» Dans une première expérience, j'ai chauffé, en tube scellé et à la température de 200°, pendant quarante-huit heures, $5^{gr},206$ d'acide aspartique avec $15^{gr}$ [2] de baryte et $60^{cc}$ d'eau. Après refroidissement, j'ai trouvé que sur 10,52 d'azote que contiennent

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXVII, p. 790; 1893.

[2] Cette quantité de baryte employée est indépendante de la quantité nécessaire

100 parties de l'acide mis en expérience, 7,4 étaient, après ce laps de temps, transformés en ammoniaque, cette transformation étant accompagnée de la formation d'une quantité notable d'acides oxalique, acétique et succinique.

» Ce fait étant acquis, j'ai, dans une deuxième expérience, augmenté légèrement l'intensité de la réaction et chauffé dans un autoclave en présence de cinq parties de baryte, pendant cent vingt heures, $19^{gr},813$ d'acide aspartique et $170^{cc}$ d'eau. La quantité d'azote transformée en ammoniaque a été cette fois de 10,24 sur 10,52 que contiennent 100 parties d'acide; la réaction a donc été à peu près complète : elle a donné les mêmes produits de dédoublement et dans les proportions indiquées par le Tableau suivant dont les chiffres sont rapportés à 100 d'acide aspartique mis en expérience :

| | | |
|---|---|---|
| Azote transformé en ammoniaque... | 10,24 | (sur 10,52) |
| Acide oxalique.................. | 22,65 | |
| » acétique.................. | 22,90 | |
| » succinique................ | 32,22 | |

» L'ouverture de l'autoclave dans lequel a eu lieu la réaction a été marquée par une détonation, indiquant à l'intérieur de l'appareil une pression assez élevée : cette pression était-elle due à un carbure ou simplement à de l'hydrogène? Il y a là un point qui n'a pas encore été éclairci.

» L'action de la baryte sur l'acide glutamique, quoique étudiée intentionnellement dans des conditions modérées d'intensité, m'a néanmoins fourni un résultat susceptible d'interprétation.

» En chauffant vers 195°-200°, pendant quarante-huit heures, $5^{gr},469$ d'acide glutamique avec 3 parties d'hydrate de baryte et $150^{cc}$ d'eau, j'ai pu sur 9,6 d'azote que contiennent 100 parties d'acide en transformer 1,6 en ammoniaque, mais sans obtenir production d'acides carbonique et oxalique.

» Les conclusions qu'on peut déjà tirer des réactions précédentes, dont l'étude n'est pas terminée, sont de deux sortes suivant qu'on les applique à l'étude du dédoublement des matières albuminoïdes végétales ou qu'on les envisage en elles-mêmes.

» 1° Dans le premier cas, puisqu'on sait que la légumine et l'albumine végétale fournissent une proportion appréciable d'acide aspartique, on a maintenant le droit de conclure que, placé dans les mêmes conditions d'expérience, cet acide, et peut-être aussi d'autres analogues, se dédoublent en produisant une certaine quantité d'ammoniaque qui vient s'ajouter à la proportion que l'hydratation des groupements carbamide et oxamide a fournie, en même temps qu'une quantité correspondante d'acide oxalique,

pour transformer au préalable l'acide mis en expérience en sel neutre de baryum. Il en est de même dans les expériences qui suivent.

et non d'acide carbonique comme je l'avais d'abord pensé, vient achever de rompre l'équilibre qui s'établit dans le cas des matières albuminoïdes animales.

» Dans le cas du gluten, l'étude du dédoublement de l'acide glutamique démontre que c'est simplement à l'ammoniaque que la décomposition ultérieure de cet acide fournit, qu'il faut attribuer les mêmes effets dans le changement du rapport entre l'azote ammoniacal dégagé, et les acides carbonique et oxalique.

» 2° Envisagées en elles-mêmes, les transformations des acides aspartique et glutamique apparaissent comme un fait nouveau dans l'histoire des composés amido-acides. Jusqu'ici, en effet, il était admis que le groupement $AzH^2$ qu'ils renferment encore n'est pas transformable en ammoniaque dans des conditions normales de réaction. En présence des faits énoncés plus haut, il est évident que la formule de constitution admise pour l'acide aspartique ne peut plus expliquer le mécanisme du dédoublement observé.

» Il est à présumer que les composés rangés jusqu'à ce jour dans la classe des amido-acides se comportent, dans les mêmes conditions de réaction, comme l'acide aspartique. Déjà Erlenmeyer et Sigel ont donné pour le glycocolle une formule de constitution différente de celle encore admise et, en se basant sur diverses réactions connues, M. Joji Sakurai, dans la séance du 19 avril 1894 de la Société de Chimie de Londres, a prétendu que le terme amido-acide doit être rayé de la nomenclature chimique : les réactions que je viens de faire connaître contribuent à donner, à ces affirmations, un certain degré de vérité, c'est pourquoi je compte les étendre aux termes les plus importants de cette classe de composés et continuer cette étude intéressante pour en faire plus tard connaître les résultats [1]. »

## CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés des propylamines.* Note de M. F. CHANCEL, présentée par M. Friedel.

« *Propylpropylidènamine* : $C^3H^6 = Az - C^3H^7$. — Cette base s'obtient par l'action de l'aldéhyde propionique sur la monopropylamine. La réaction est immédiate et accompagnée d'un grand dégagement de chaleur; on

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Aimé Girard, au Conservatoire des Arts et Métiers.

peut la formuler comme suit :

$$AzH^2(C^3H^7) + C^3H^6O = C^3H^6 = Az - C^3H^7 + H^2O.$$

» La base obtenue est séchée sur la potasse, puis on distille en recueillant ce qui passe aux environs de 100°.

» La propylpropylidènamine est un liquide incolore, mobile, d'odeur ammoniacale très désagréable, bouillant à 102° sous 760. Sa densité est de 0,84 à 0°; elle est peu soluble dans l'eau.

» Par une réaction inverse de celle qui lui a donné naissance, la propylpropylidènamine tend à s'hydrater pour redonner de l'aldéhyde propionique et de la monopropylamine; cette hydratation se fait facilement sous l'influence des acides; de sorte qu'on ne peut préparer de sels. En effet, si l'on sature peu à peu la base par de l'acide chlorhydrique en évitant tout échauffement, et si ensuite on ajoute du chlorure de platine, il ne se précipite rien sur le moment; mais, le lendemain, on trouve des cristaux de chloroplatinate de monopropylamine. De même, en faisant bouillir la base neutralisée par de l'acide chlorhydrique, on peut, dans le liquide qui distille, reconnaître par la fuchsine dissoute dans l'acide sulfureux, la présence de l'aldéhyde.

» *Monopropylacétamide :* $CH^3COAzH(C^3H^7)$. — J'ai d'abord préparé ce corps par l'action du chlorure d'acétyle sur la monopropylamine, suivant l'équation

$$CH^3COCl + 2AzH^2(C^2H^7) = CH^3\text{-}CO\text{-}AzH(C^3H^7) + AzH^2(C^3H^7)HCl.$$

» Il faut diluer les deux liquides dans l'éther sec et faire tomber goutte à goutte le chlorure d'acétyle dans la base; la réaction est immédiate. Après séparation du chlorhydrate de monopropylamine par filtration sur le coton, on distille l'éther et il reste la propylacétamide que l'on purifie par rectification en recueillant ce qui passe entre 220° et 230°.

» Il est plus commode de préparer la propylacétamide en faisant réagir à 140°-150° en matras scellé de l'éther acétique sur la monopropylamine en proportion équimoléculaire.

» La propylacétamide est un liquide incolore un peu sirupeux, d'odeur faible; elle distille à 222°-225° sous la pression ordinaire sans se décomposer.

» *Dipropylacétamide :* $CH^3COAz(C^3H^7)^2$. — J'ai également obtenu ce corps par l'action du chlorure d'acétyle sur la dipropylamine. On opère comme pour le corps précédent; à la rectification on recueille ce qui passe aux environs de 210°, le point d'ébullition réel étant 209°-210°.

» J'ai essayé de faire réagir l'acide acétique sur la dipropylamine, mais, même à 160°, je n'ai pas obtenu de réaction.

» *Tétrapropylurée :* $Az(C^3H^7)^2$-CO-$Az(C^3H^7)^2$. — Ce corps s'obtient par l'action de l'oxychlorure de carbone sur la dipropylamine d'après l'équation

$$COCl^2 + 4AzH(C^3H^7)^2 = Az(C^3H^7)^2\text{-}CO\text{-}Az(C^3H^7)^2 + 2AzH(C^3H^7)^2HCl.$$

» Les liquides réagissants sont dilués dans du benzène; la réaction est très vive. Il est bon de mettre un petit excès de dipropylamine et de chauffer quelques instants à la fin, sinon la réaction pourrait ne pas être complète et l'on aurait du chlorure d'acide dipropylcarbamique

$$COCl^2 + 2AzH(C^3H^7)^2 = Az(C^3H^7)^2COCl + AzH(C^3H^7)^2HCl.$$

» La réaction étant achevée, on sépare le chlorhydrate de propylamine; on lave à l'eau, on sèche, on distille en recueillant ce qui passe entre 250° et 260°.

» La tétrapropylurée ainsi obtenue est un liquide légèrement sirupeux, d'odeur aromatique rappelant celle de la menthe, de saveur brûlante. Elle bout à 258° sous $755^{mm}$ sans subir de décomposition; sa densité est de 0,905 à 0°. Elle est insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et le benzène ([1]). »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Sur divers points de l'anatomie de l'Orang-Outan.* Note de MM. **J. Deniker** et **R. Boulart**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« *Sacs laryngiens.* — Presque toutes les descriptions des sacs laryngiens des Orangs-Outans, notamment celles de Camper (1794), de Cuvier (1805), de Vrolik (1841), de Mayer (1852) et de nous-mêmes (1885), se rapportent aux animaux jeunes, dont la taille variait de $45^{cm}$ à $80^{cm}$ (du vertex à la plante du pied). La seule description concernant l'adulte est celle de Sandifort (1839-1844); mais elle est faite d'après des pièces ayant séjourné plus d'une année dans l'alcool et ayant macéré ensuite dans l'eau. Nous étions dans des conditions beaucoup plus avantageuses. Nous avons pu injecter et étudier en détail, quelques heures après la mort, les sacs laryngiens d'animaux parfaitement adultes ayant $1^m,28$ et $1^m,40$ de taille.

» Cette étude, jointe à nos recherches précédentes ([2]) démontre que les sacs laryngiens, c'est-à-dire les ventricules de Morgagni hypertrophiés, sont toujours paires et inégaux chez l'Orang-Outan, comme chez les autres singes anthropoïdes. Si certains auteurs (Camper, Sandifort) ont, dans

---

([1]) Travail fait à la Faculté des Sciences de Marseille, laboratoire de M. Duvillier.

([2]) Deniker et Boulart, *Note sur les sacs laryngiens des Singes anthropoïdes* (*Journal de l'Anatomie et de la Physiologie;* 1886, p. 51, pl. III et IV).

quelques cas assez rares, trouvé un sac unique, il faut attribuer ce fait soit à l'atrophie d'une des poches (qui peut passer ainsi inaperçue), soit à la déchirure ou à la résorption, dans des pièces macérées, de la membrane délicate qui sépare les deux réservoirs aériens.

» En effet, chez un de nos Orangs, le sac gauche était adjacent au sac droit; la mince cloison qui les séparait, dirigée d'avant en arrière et de gauche à droite, était le produit de la coalescence de leurs parois accolées. Chez l'autre sujet, au contraire, l'énorme sac laryngien gauche occupait autour du cou et sur le thorax, l'espace qui, d'ordinaire, est recouvert par l'ensemble des deux poches; il envoyait d'ailleurs des prolongements vers la nuque et le creux axillaire aussi bien à droite qu'à gauche. Quant au sac droit, il était réduit à une petite bourse cylindrique mesurant à peine $4^{cm}$ de longueur sur $1^{cm}$ de diamètre.

» La forme et la position des sacs laryngiens chez les sujets que nous avons disséqués confirment les différences morphologiques que l'un de nous (1) a établies entre le type de ces organes, d'une part, chez l'Orang-Outan, et, d'autre part, chez le Gorille et le Chimpanzé. Ces derniers Anthropoïdes ont le sac principal long et étroit; il est situé sur la ligne médiane de la région cervicale antérieure, dont il ne recouvre qu'une faible partie, tout en détachant de longs diverticules en séries parallèles vers la région cervicale externe, la région claviculaire et dans le creux de l'aisselle. Chez l'Orang, au contraire, la poche principale recouvre entièrement la région antérieure du cou; elle se trouve placée presque perpendiculairement au plan médian du corps et envoie des prolongements relativement courts vers le creux axillaire et la nuque. Cette diversité de forme et de disposition, comparée aux différences dans la configuration de la tête osseuse, correspond, peut-être, à un usage différent des sacs laryngiens dans les deux groupes des Anthropoïdes.

» *Excroissances adipeuses de la tête.* — Les deux Orangs que nous avons disséqués présentaient sur la tête des excroissances plus ou moins volumineuses. Une de ces proéminences, ayant $6^{cm}$ d'épaisseur chez le plus grand sujet, s'observait sur l'occiput et à la nuque. Deux autres, en forme de crêtes semi-lunaires, longues de $18^{cm}$ et larges de $11^{cm}$ chez le même sujet, se trouvaient de chaque côté de la face, sur les joues, et donnaient à ces

(1) Deniker, *Recherches anatomiques et embryologiques sur les Singes anthropoïdes* (*Archives de Zoologie expérimentale, etc.*, 2e série, t. III *bis. Supplémentaire*, p. 206; 1885-1886).

animaux une physionomie singulière, dont étaient frappés tous ceux qui ont eu occasion de les voir, et dont tant de dessins ont conservé les traits.

» Plusieurs naturalistes ont signalé ces productions en leur donnant les noms les plus divers : *crêtes* (Geoffroy Saint-Hilaire), *tubérosités* (Sandifort), *accessoires charnus* (Temminck), *callosités* (Wallace et Anderson), etc.; certains d'entre eux ont même voulu baser sur leur présence ou leur absence, les caractères distinctifs des prétendues espèces du genre *Simia;* mais aucun n'a donné d'indication sur leur véritable nature.

» La dissection minutieuse nous a permis de constater que ces excroissances ne sont autre chose que des amas de tissu cellulo-graisseux maintenus par une trame fibreuse et recouverts par la peau. Ces masses doivent se développer et se soulever à mesure que l'animal avance dans l'âge, à partir de l'époque de puberté; leur développement est sujet à de notables variations individuelles.

» Les muscles superficiels de la face et du cou suivent le soulèvement de ces crêtes adipeuses; les faisceaux les plus supérieurs du peaucier du cou s'étalent d'abord sur la face postérieure de l'excroissance, puis pénètrent dans son épaisseur, tout en se dirigeant en éventail vers la moitié inférieure de son bord libre; d'autre part, certains muscles de la face, le fronto-temporal, le zygomatique, le canin, et quelques faisceaux du triangulaire des lèvres montent à la face antérieure de l'excroissance et pénètrent ensuite dans sa profondeur. L'examen histologique de ces masses, fait sur notre demande par M. Pettit, a démontré qu'elles sont essentiellement formées d'une charpente de fibres lamineuses, de fibres et de lames élastiques, chargée d'un grand nombre de grosses vésicules adipeuses. Par leurs rapports anatomiques (au moins dans leur partie inférieure) et par leur texture histologique, les excroissances faciales de l'Orang correspondent à la boule graisseuse de Bichat chez l'homme, considérablement augmentée de volume.

» *Langue, larynx, poumons.* — L'organe folié de la langue est constitué par douze lames parallèles situées de chaque côté de la base de cet organe. Le fibro-cartilage cunéiforme ou de Wrisberg est excessivement grand; il est fusiforme et mesure plus de $2^{cm}$ de longueur. Comme chez tous les Orangs, les poumons ne sont pas lobés chez les sujets que nous avons examinés; mais chez les deux, nous avons constaté, dans la région supérieure de la face postéro-externe du poumon droit, une fente transversale assez profonde qu'on peut considérer comme une ébauche de lobulisation.

» *Cerveau.* — Le poids du cerveau du plus grand Orang-Outan pesait,

à l'état frais, avec la pie-mère, le cervelet et le bulbe rachidien, 400$^{gr}$; ce chiffre représente un peu plus de 0,5 pour cent du poids de l'animal (73$^{kgr}$). Après un séjour de deux mois dans l'alcool et débarrassé de la pie-mère, l'encéphale ne pesait plus que 260$^{gr}$ ainsi répartis : 37$^{gr}$ pour le cervelet et le bulbe rachidien, 223$^{gr}$ pour les hémisphères.

» Une connaissance plus exacte des dispositions anatomiques des sacs laryngiens, un exposé de la signification morphologique et histologique des excroissances adipeuses de la tête, tels sont les résultats les plus saillants de nos recherches sur les Orangs-Outans. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Sur l'appareil génital mâle de l'Orang-Outan* Simia satyrus (*L.*). Note de **M. E. de Pousargues**, présentée par M. Milne-Edwards.

« Deux Orangs-Outans adultes mis à ma disposition m'ont permis de constater, sur la structure des vésicules séminales, de la prostate, de la portion musculeuse de l'urèthre et du gland, quelques détails intéressants.

» Les vésicules séminales, chez l'Orang adulte, se font remarquer par leur grand développement; elles mesurent 0$^{m}$,10 de longueur sur 0$^{m}$,025 de largeur maximum et 0$^{m}$,012 d'épaisseur. Contrairement à ce que l'on remarque chez l'Homme et chez la plupart des Singes, le tube aveugle, convoluté et pelotonné qui les forme ne présente, sur toute son étendue, aucune ramification ni aucune bosselure; son diamètre reste sensiblement constant et égal à 0$^{m}$,006. Il est impossible d'amener ce boyau à l'état complètement rectiligne; en certains points qui correspondaient à des changements brusques de direction dans le pelotonnement initial, l'une des faces de la paroi de ce tube présente moins de longueur que l'autre; il en résulte des sinuosités irréductibles et des torsions effectuant parfois un tour de spire complet. A l'état d'extension maximum ainsi entendue, le tube séminal mesure 0$^{m}$,34 de longueur, mais sa longueur réelle atteint certainement 0$^{m}$,40 si l'on suppose ce tube formant un cylindre régulier dont la génératrice serait une moyenne entre les longueurs prises suivant les grandes et les petites courbures. Ces dimensions, bien que considérables, n'ont cependant rien qui doive surprendre et confirment en tous points les observations de Leuckart [1]. D'après cet anatomiste, la lon-

[1] Leuckart, Art. *Vesicul. seminal* (*Todd's Cyclopedia*, vol. IV, Part. II, p. 1429).

gueur du tronc séminal primaire est en raison inverse du nombre et de l'importance des diverticules qui en émanent. Chez l'Orang, il y a absence complète de diverticules et, par une sorte de balancement, la longueur du tube séminal s'en trouve considérablement augmentée.

» La forme, les dimensions et la structure de la prostate sont à peu près les mêmes que dans l'espèce humaine; mais ses rapports avec le canal de l'urèthre diffèrent sensiblement. La prostate englobe les canaux éjaculateurs, mais il est à remarquer que ses bords latéraux, qui débordent l'urèthre de chaque côté, ne contournent pas ce canal pour venir se souder sur la ligne médiane antérieure. Chez l'Homme, la prostate entoure complètement le sommet de l'urèthre d'un anneau très épais en arrière, plus mince en avant, mais continu; tel n'est pas le cas chez l'Orang où toute la masse prostatique est post-uréthrale. Le volume de cette glande était moindre chez le plus âgé des deux Orangs, à l'inverse de ce qui se passe dans l'espèce humaine où l'âge provoque le plus souvent une hypertrophie de la prostate.

» La portion pelvienne de l'urèthre chez l'Orang renferme, dans l'épaisseur de ses parois musculaires, un nombre considérable de ces glandules dites *pariétales* ou de *Littre*, et la muqueuse de cette portion initiale assez restreinte du canal urogénital était perforée par plus de cinquante orifices correspondant à ces glandes. Le verumontanum, percé sur chacun de ses flancs d'un orifice de sortie pour le canal éjaculateur, mérite bien le nom de crête uréthrale ou *caput gallinaginis*, sous lequel les anatomistes l'ont parfois désigné; son sommet est garni d'un paquet de franges filiformes et de petites lames membraneuses qui flottent librement dans la cavité uréthrale, et au milieu desquelles se dissimule l'orifice de l'utérus mâle. La cavité de cette utricule, longue d'un centimètre, offre des traces évidentes de sa dualité embryonnaire; elle est profondément mais incomplètement divisée en deux gouttières latérales symétriques par un raphé longitudinal médian dorsal, reste témoin de la cloison commune de séparation de l'extrémité distale des canaux de Muller accolés sur la ligne médiane. Parallèlement à la base du verumontanum, dans l'angle que cette crête forme avec la paroi dorsale de l'urèthre, se remarquent de chaque côté deux séries d'orifices prostatiques, dont le nombre n'est pas constant et varie de 6 à 8 pour chaque côté par rangées de 5 et 3, 5 et 2 ou 4 et 2.

» Les glandes de Cooper et le bulbe n'offrent rien de remarquable, et pour les corps caverneux, il n'y a à signaler que la disparition de la cloi-

son médiane immédiatement au-dessous de la jonction des racines de la verge, d'où résulte un seul corps caverneux impair médian sur toute la longueur du pénis. Le gland, qui termine celui-ci, est comprimé latéralement et recouvert d'une muqueuse qui présente des rides transversales nombreuses et profondes. A l'état de non-turgescence, il mesure environ $0^m,027$ de longueur, son calibre excède à peine celui du pénis, de sorte que sa base n'offre pas, à proprement parler, de couronne. Le prépuce qui le recouvre est libre sur tout son pourtour et sans frein.

» A l'intérieur du gland, on peut distinguer un axe central, formé par la terminaison du corps caverneux et l'os pénial, et une zone externe de tissu érectile. Ce dernier n'est qu'une expansion terminale du corps spongieux qui, une fois dégagé de la gouttière du corps caverneux, s'attache au périoste de l'os pénial, le contourne, le coiffe et l'enveloppe comme la pulpe d'un fruit fait du noyau. Le corps caverneux pénètre assez avant dans l'intérieur du gland et forme la base de sa portion axile. Son extrémité, creusée en godet, reçoit la portion proximale basilaire de l'os pénial qui s'y enfonce comme l'ongle dans sa matrice, et dont le périoste se soude intimement avec la gaine fibreuse externe du corps caverneux. La présence d'un os pénial dans l'intérieur du gland avait été signalée chez un jeune Orang par Crisp en 1865 (1). Suivant l'anatomiste anglais, cet os mesurait $9^{mm}$ de longueur sur $2^{mm}$ d'épaisseur. Chez l'Orang adulte, l'os pénial, en place et recouvert de son périoste, compte $17^{mm}$ de long, et sa forme est celle d'une massue. Son calibre diffère selon le point que l'on considère. Dans son quart distal arrondi et renflé, il mesure $5^{mm}$ suivant son diamètre antéro-postérieur; sur le reste de son étendue, on ne compte que $3^{mm}$. Après macération et dépouillé de son périoste, l'os pénial ne mesure plus que $15^{mm}$ de long. Vu la taille considérable qu'acquiert l'Orang, les dimensions de son os pénial sont donc des plus exiguës, et sont même très inférieures à celles que l'on a signalées chez les Singes proprement dits, de taille bien moindre, tels que le *Cercopithecus Sabœus* (2), dont l'os pénial mesure $22^{mm}$. »

---

(1) Edw. Crisp, *On the os penis of the Chimpanzee and of the Orang* (*Proceed. Zool. Soc. London*, p. 48; 1865).

(2) Carus et Otto, *Tab. anat. compar. illustr.*, Pars V, pl. IX, *fig.* 10.

ANATOMIE COMPARÉE. — *Sur l'ostéologie des Orangs-Outans*. Note de M. **P. Delisle**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« L'étude des deux squelettes d'Orangs mâles, Maurice et Max, et des pièces ostéologiques provenant de sujets de même espèce qui sont dans les collections d'Anatomie comparée du Muséum, nous a conduit aux constatations suivantes :

» Le crâne de l'Orang Maurice est celui d'un sujet adulte et même déjà âgé. Toutes les sutures du crâne sont entièrement oblitérées et particulièrement la suture sphéno-basilaire. La suture sagittale est recouverte par une crête volumineuse qui continue les deux crêtes frontales jusqu'à la rencontre des renflements postérieurs *pariéto-occipito-temporaux*. Cette disposition des crêtes est la même sur plusieurs pièces de la collection d'Anatomie comparée. Toutefois le volume des crêtes est variable et la crête sagittale commence tantôt en avant, tantôt en arrière du bregma.

» Sur le crâne de Max, les sutures sont encore ouvertes, même la sphéno-basilaire, indice certain d'une certaine jeunesse. Chez l'homme elle ne disparaît pas avant l'âge de 20 ans environ.

» Nous avons reconnu que plusieurs crânes porteurs de crêtes sagittales tout aussi développées que celle du crâne de Maurice avaient la suture sphéno-basilaire encore ouverte.

» Mais les crêtes frontales du crâne de Max, au lieu de se réunir vers le bregma pour constituer la crête sagittale, se portent en dehors vers la partie supérieure des pariétaux, de chaque côté de la suture sagittale, indépendantes, séparées par un intervalle d'environ $2^{cm}$ jusqu'à la rencontre en arrière des crêtes postérieures très développées comme sur le crâne de Maurice.

» Les circonvolutions cérébrales et les artères ne laissent pas sur la paroi interne du crâne les digitations et les sillons que l'on observe dans la cavité du crâne de l'homme.

» L'épaisseur de la paroi cranienne, variable suivant les sujets, nous a toujours paru moins grande sur les sujets dépourvus de crête sagittale.

» La capacité cranienne est, selon nous, plus grande, toutes proportions gardées, sur les sujets sans crête sagittale que sur ceux qui en sont pourvus. La capacité du crâne de Max ($470^{cc}$) est plus élevée que celle de Maurice ($385^{cc}$).

» Les divers indices facial, nasal, orbitaire, craniens, du trou occipital présentent d'un sujet à l'autre des variations étendues.

» La forme de la voûte palatine est tantôt très large en avant dans la région incisive et va se rétrécissant en arrière, tantôt elle est étroite en avant, s'élargit vers le milieu pour se resserrer en arrière (Maurice), tantôt encore l'élargissement est progressif d'avant en arrière (Max).

» Les rapports ostéométriques entre les segments des membres ou des membres entre eux font ressortir les différences qui existent entre les squelettes d'Orangs et de sujets humains (européens et nègres) et aussi entre les Orangs.

» Nous croyons qu'il y a lieu de diviser les Orangs-Outans en deux variétés : l'une de grande taille, l'autre de petite taille.

» Dans la variété de grande taille, à laquelle appartiennent les deux sujets morts à Paris, indépendamment des caractères qui permettent de distinguer les sexes, il y a entre les sujets de même sexe des variations individuelles très grandes dans le développement de la voûte cranienne. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Recherches sur l'excitabilité des muscles rigides et sur les causes de la disparition de la rigidité cadavérique.* Note de M. **J. Tissot**, présentée par M. Chauveau.

« Dans une Note précédente ([1]), j'ai dit que les muscles rigides restaient excitables électriquement, mécaniquement et chimiquement, pendant un temps souvent assez long. Je citerai une autre expérience, qui montre d'une manière très nette que les muscles rigides sont vivants, tout au moins au début de la rigidité.

» On strychnise plusieurs grenouilles par une faible dose de strychnine (1 à 3 dixièmes de milligramme). On les décapite lorsque les convulsions ont cessé. Dans ces conditions, la rigidité apparaît au bout d'une heure ou plus.

» On conserve dans un endroit frais les grenouilles dont la rigidité a été le plus rapide. On peut alors constater sur ces dernières que l'excitation du muscle rigide par l'intermédiaire du nerf (coupé et chargé sur une pince pour éviter toute dérivation du courant excitateur), persiste longtemps. Chez une grenouille, j'ai déterminé de fortes contractions du gastro-cnémien, même avec les courants de très faible intensité, six heures après l'apparition de la rigidité, et j'aurais obtenu un temps encore plus

([1]) *Recherches sur la rigidité cadavérique* (*Comptes rendus*, avril 1894).

long si j'avais pu continuer l'observation plus longtemps. Il est donc indubitable que les muscles rigides sont vivants et qu'ils peuvent encore augmenter leur raccourcissement, tout au moins au début de la rigidité.

» D'après une opinion généralement admise, la putréfaction est la cause de la disparition de la rigidité. Les expériences que j'ai faites à ce sujet m'ont montré que cette opinion est fausse. J'ai fait des cultures des muscles à différentes époques et après la disparition de la rigidité, afin de saisir le moment où les microbes envahissent les muscles. J'ai vu :

» 1° Qu'il n'y a jamais de bactéries dans un muscle rigide (chez un animal qui n'est pas mort de maladie infectieuse);

» 2° Qu'il n'y a jamais de bactéries dans les muscles au moment où la rigidité cesse, et qu'il s'écoule un certain temps, souvent fort long, entre la disparition de la rigidité et le début de la pullulation microbienne.

» Ces faits peuvent être mis facilement en évidence chez des animaux soumis à l'inanition, surtout ceux chez lesquels l'inanition a duré longtemps. L'animal est porté au frais sitôt que la rigidité a apparu, puis on fait des cultures des muscles jusqu'à ce que les microbes les envahissent. Je ne donnerai qu'un court résumé de deux expériences dont les résultats sont les plus concluants.

» *Expérience I.* — Chat en inanition depuis le 10 mai, mort le 25 juin à 8$^h$ du matin, le 46$^e$ jour de l'inanition. La rigidité apparaît 1 heure après et cesse le lendemain 26 juin vers 5$^h$ du soir. Les cultures des muscles n'y ont décelé la présence de microbes qu'à partir du 29 juin à 6$^h$ du soir. Il y a donc eu un espace de trois jours entre la cessation de la rigidité et l'apparition de la putréfaction.

» *Expérience II.* — Chien en inanition depuis le 14 mai, tué le 21 juin (36 jours d'inanition) à 10$^h$ du matin par section du bulbe. La rigidité apparaît à midi, elle cesse à 6$^h$ du soir. Les cultures des muscles n'y ont indiqué la présence de bactéries qu'à partir du 25 juin à 5$^h$ du soir, c'est-à-dire quatre jours après la cessation de la rigidité.

» On peut dire, en résumé, que le relâchement des muscles rigides n'est pas dû à la putréfaction, et que cette dernière est postérieure à la disparition de la rigidité.

» On a donné aussi, comme autre cause de la cessation de la rigidité, la dissolution de la myosine par l'acide formé dans le muscle. Mais cette hypothèse n'a pas plus de valeur que l'autre, car chez les animaux en inanition, les muscles ne deviennent pas acides (Cl. Bernard) en devenant rigides, et restent alcalins jusqu'après la cessation de la rigidité. Ce fait est sans exception chez tous les animaux soumis à l'inanition; on peut donc

conclure que l'acide n'entre pas plus en cause dans la production de la rigidité que dans sa disparition (¹). »

PHYSIOLOGIE COMPARÉE. — *Mécanisme physiologique de la ponte chez les Insectes Orthoptères de la famille des Acridides. — Rôle de l'air comme agent mécanique et fonctions multiples de l'armure génitale.* Note de M. J. **Künckel d'Herculais**, présentée par M. A. Chauveau.

« Les naturalistes témoins des invasions de Sauterelles, quelle que soit l'espèce observée (*Pachytylus migratorius* et *cinerascens*, *Stauronotus Maroccanus*, *Caloptenus spretus*, *Schistocerca peregrina* ou autres *Schistocerca*, etc.), ont décrit avec soin la ponte des Acridiens; mais ils ne se sont guère inquiétés d'étudier les moyens mécaniques dont usent les femelles pour enfoncer profondément leur abdomen dans le sol, même le plus compact, pour effectuer le dépôt de leurs œufs; ils s'étonnent de la facilité et de la rapidité de l'opération, sans soupçonner l'ingéniosité des procédés mis en œuvre.

» Tous admettent que les deux paires de pièces de l'armure génitale transformée sont les instruments de perforation; ceux-ci croient qu'elles fonctionnent comme quatre pioches; ceux-là prétendent que, mises en jeu par des muscles qui les écartent et les rapprochent alternativement, elles agissent comme des outils perforants; pour quelques-uns, elles constituent une tarière qui, actionnée par des demi-rotations de l'abdomen dans un sens, puis dans l'autre, s'ouvre à chaque demi-révolution. Ils reconnaissent bien, les figures qu'ils donnent en font foi, que l'abdomen s'allonge lors de la ponte; mais ils supposent *a priori* qu'il se distend par effort musculaire.

» Pour interpréter d'ailleurs certains phénomènes biologiques, il ne suffit pas d'avoir recours uniquement à l'observation, il faut faire intervenir à la fois l'Anatomie et la Physiologie; c'est en appliquant ce principe que j'ai pu établir le rôle des pièces de l'armure génitale dans l'aménagement de la cavité où sont pondus les œufs, déterminer la cause de l'allongement de l'abdomen, découvrir l'artifice employé pour donner à cet abdomen la force de pénétration.

» Solidement cramponnées à l'aide de leurs pattes antérieures et mé-

(¹) Travail du laboratoire de Pathologie comparée du Muséum.

dianes, les pattes postérieures, jetées de-ci de-là, souvent même relevées, les femelles des Acridiens tâtent le terrain avec leur armure génitale; celui-ci reconnu favorable, elles insinuent leur abdomen graduellement, mais assez rapidement, en reculant au fur et à mesure, jusqu'à ce que le plastron sternal vienne toucher l'orifice du trou. Chaque femelle de Criquet pèlerin, prise comme exemple, peut creuser une cavité ayant jusqu'à $8^{cm}$ de profondeur, alors que son abdomen, rempli d'œufs, mesure seulement $5^{cm}$; il est donc capable de s'allonger de $3^{cm}$ et en même temps susceptible d'accroître sa capacité en proportion de son allongement. Avec un peu d'adresse, je pus surprendre des couples de Criquets pèlerins au moment de la ponte; je dis couples, parce que le mâle des Acridiens ne se sépare pas de sa compagne pendant l'opération et demeure fixé sur son dos, ce qui a fait croire à quelques observateurs qu'il lui venait en aide. Les maintenant appliqués contre terre, j'injectai délicatement, à l'aide d'une seringue de Pravaz, ceux-ci d'alcool absolu, ceux-là d'une solution de bichromate de potasse; la mort étant presque instantanée, la conservation des attitudes était assurée [1]. Déblayant le terrain latéralement, j'ai obtenu tantôt des coupes du trou de ponte occupé en entier par l'abdomen distendu, tantôt des trous avec pontes commencées ou presque terminées; les pièces de l'armure étaient toujours écartées et leurs positions indiquaient leurs fonctions.

» A proprement parler, les femelles des Acridiens ne creusent ni ne forent la terre avec les pièces dures situées à l'extrémité de leurs corps, comme nous le ferions avec nos outils spéciaux, puisqu'elles n'extraient des trous aucuns déblais; en réalité, elles enfoncent dans le sol leur abdomen comme nous y enfoncerions par pression un pieu, un plantoir; rien ne peint mieux l'acte de la ponte que le langage imagé des Arabes, qui disent que les femelles *plantent*. Les pièces solides composant l'armure génitale, épisternites et tergorhabdites, d'après la nomenclature de M. de Lacaze-Duthiers, ne sont pas des instruments perforants, ce sont des instruments appropriés pour remplir des fonctions multiples [2]. Lorsque les quatre pièces sont complètement rapprochées, elles constituent un pal à quatre pointes, étagées deux par deux, les pointes des épisternites

---

(1) J. Künckel d'Herculais, *Invasions des Acridiens,* vulgo *Sauterelles en Algérie.* Alger, 1893. *Pl.* V, *fig.* 1 et 2.

(2) Id., *loc. cit., Pl.* A, *fig.* 4 et 5; *Pl.* F, *fig.* 6, 7, 8 et 9; *Pl.* B, *fig.* 9, 10, 11 et 12.

formant l'extrémité du pal, celles des tergorhabdites étant placées au-dessus. Quand les épisternites et les tergorhabdites, par des mouvements successifs, s'écartent ou se rapprochent, les quatre pointes incurvées et tournées vers l'extérieur ont pour attributions de dissocier les grains de sable, les parcelles de terre, de les appliquer et de les maintenir contre les parois du trou; les épisternites, élargies en arrière et cupuliformes, sont particulièrement bien disposées pour empêcher le sable ou la terre de retomber au fond de la cavité.

» Pratiquant l'autopsie des femelles dont l'abdomen avait atteint son maximum de distension, c'est-à-dire mesurait $8^{cm}$, je fus surpris de trouver le tube digestif rempli d'air; prenant certaines d'entre elles et les ponctionnant avec la fine canule d'une seringue de Pravaz, je retirai l'air qui gonflait le tube digestif et je ramenai l'abdomen à ses dimensions normales de $5^{cm}$. Ainsi donc, les Acridiens qui n'ont à leur disposition que la quantité de sang invariable qui remplit la cavité générale, usent à nouveau, pour augmenter la capacité de leur abdomen et le transformer en une sorte de doigt rigide légèrement incurvé, de l'artifice qu'ils ont déjà utilisé lors de l'éclosion, des mues et de la métamorphose, artifice que j'ai signalé en 1890 (1); ils remplissent leur tube digestif d'une quantité d'air en rapport avec les dimensions qu'ils ont nécessité de donner à leur abdomen; dans ces conditions, le tube digestif fait fonction de pompe à air, le sang sert de matelas pour régulariser la pression déterminée par l'élasticité des muscles comprimés; contrairement à l'opinion des auteurs, les muscles ne jouent par conséquent qu'un rôle secondaire.

» Quand les femelles de Criquets pèlerins, distendant leur abdomen à sa limite maximum, l'ont enfoncé de $8^{cm}$, elles maintiennent les pièces de l'armure génitale dans leur plus grand écartement et sécrètent une matière visqueuse, qui agglutine les grains de sable ou les parcelles de terre du fond de la cavité, puis elles commencent leur ponte; les œufs et la matière visqueuse sont émis simultanément, mais l'écoulement de cette dernière se fait à la périphérie de la masse ovigère, de façon à consolider les parois de cette cavité, qui affecte la forme incurvée de l'abdomen. La ponte terminée, les femelles continuent à émettre la matière qui forme, en se desséchant à la partie supérieure du trou de ponte, un bouchon spumeux

(1) J. Künckel d'Herculais, *Rôle de l'air dans le mécanisme physiologique de l'éclosion, des mues et de la métamorphose, chez les Insectes Orthoptères de la famille des Acridides* (*Comptes rendus*, 4 avril 1890).

protecteur, mesurant $3^{cm}$ ou $4^{cm}$. La rétraction graduelle de l'abdomen, déterminée par la diminution de la quantité d'air contenu dans le tube digestif, accompagne la ponte et la sécrétion du liquide agglutinatif.

» Les observations et expériences ont été répétées sur l'*Acridium Ægyptium*, le *Stauronotus Maroccanus* et sur une espèce de très grande taille, le *Pamphagus elephas;* tous emploient le même mécanisme et usent du même artifice pour préparer le trou de ponte. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Conditions du développement du Rougeot sur les feuilles de vigne.* Note de M. **Albert Renault**, présentée par M. Troost.

« Dans une Note récente ([1]), MM. Prillieux et Delacroix ont caractérisé, sous le nom d'*Exobasidium vitis*, le parasite, cause de la maladie qui s'est répandue cette année sur les feuilles de la vigne, et appelée communément *Rougeot*. Il semble intéressant, à ce propos, de signaler les conditions dans lesquelles s'est développée cette maladie, d'autant mieux qu'elles font ressortir un moyen de la prévenir.

» On sait que, au moment où les sarments de la vigne commencent à donner prise au vent, le vigneron, pour en éviter la rupture, les lie ensemble, sur chaque cep, de manière à réunir leurs extrémités en faisceau. C'est à cette pratique que me paraît due principalement la propagation du Rougeot, au moins dans le Beaujolais. Le parasite décrit par MM. Prillieux et Delacroix s'est montré d'abord sur les ceps liés de bonne heure. L'invasion a commencé par le haut des sarments, se propageant vers le bas, sur toutes les parties vertes jusqu'à la ligature. Partout où les sarments n'ont pas été liés, le mal n'a pas fait son apparition. Dans une même vigne les ceps liés ont été atteints, les autres sont restés indemnes; dans les vignes étayées à l'aide de fils de fer au lieu d'échalas, cas où les sarments sont fixés chacun séparément au fil de fer, de manière à donner de l'air et de la lumière à la plante, le parasite ne s'est pas montré davantage.

» D'après cela, le Rougeot, qui, dans ces vignes, s'est développé en mai et juin, sur des pousses précoces venues en avril, par un temps superbe, semble s'être propagé, sous l'action de l'humidité, grâce au

([1]) *Comptes rendus*, t. CXIX, p. 106.

manque d'air et de lumière provoqué par la réunion des sarments en faisceau. Il suffirait donc d'aérer le cep, pour éviter le retour de cette maladie. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'*Aureobasidium Vitis, *parasite de la Vigne.* Note de MM. P. **Viala** et G. **Boyer**, présentée par M. Duchartre.

« L'*Aureobasidium Vitis*, que nous avons signalé en 1891 (¹) comme parasite des grains de raisin, s'est développé cette année dans divers vignobles en envahissant les feuilles et les rameaux. Nous l'avons reçu de l'Algérie, du Beaujolais, de la Loire, de l'Isère, de la Gironde, de l'Allier, etc. Mais partout les dégâts produits sont restés limités à quelques rameaux axillaires ou aux feuilles de la base des rameaux principaux; ils sont donc insignifiants. D'ailleurs, l'emploi des sels de cuivre ou de mélanges de soufre et de chaux a permis (Allier, Gironde) d'entraver le développement de cette maladie que nous considérons comme peu importante et accidentelle.

» L'*A. Vitis* nous avait été signalé comme parasite des feuilles, dès 1891, par M. Vuillemin qui l'avait trouvé dans les Vosges. Des échantillons nous ont été adressés cette année, du 10 au 20 juin, et nous avons noté ce fait, le 30 juin (²). MM. Prillieux et Delacroix ont publié une Note sur ce parasite, le 2 juillet (³). Les caractères des altérations que ces auteurs indiquent pour les feuilles sont semblables à ceux que nous avons constatés; mais ils ne signalent pas le parasite sur les rameaux. L'*A. Vitis* produit sur ces organes des taches identiques à celles des feuilles, sous forme d'auréoles, qui vont s'agrandissant concentriquement et dont la teinte diffuse devient d'un brun clair. On voit apparaître ensuite à la surface des taches une poussière blanc grisâtre qui est formée par les organes fructifères de ce Basidiomycète inférieur; le sarment est définitivement comme bouilli, et il pourrit. Ce parasite produit sur les feuilles des lésions comparables d'aspect à celles qui ont été décrites récemment sous le nom de *Brûlure* (⁴) et qui sont dues au *Botrytis cinerea*. Le *Rougeot*, ou rougis-

(¹) *Comptes rendus*, 19 mai 1891.
(²) *Revue de Viticulture* du 30 juin, page 684.
(³) *Comptes rendus*, 2 juillet, page 106.
(⁴) *Revue de Viticulture*, page 621.

sement des feuilles, est un résultat de maladies variées, d'ordre parasitaire ou physiologique; la *Maladie pectique*, par exemple, décrite par MM. Sauvageau et Perraud (1), produit le rougissement des feuilles. MM. Prillieux et Delacroix ont donc rapporté à tort la Brûlure et le Rougeot à l'*Aureobasidium Vitis*.

» Les caractères mycologiques donnés par ces auteurs, dans leur Note du 2 juillet, ne diffèrent pas sensiblement de ceux que nous avons donnés en 1891. Les caractères de l'hyménium, ceux des basides, des stérigmates, la forme générale et la variation du nombre des spores sur les basides renflés sont les mêmes. MM. Prillieux et Delacroix ont seulement observé, pour la première fois, la germination des spores par bourgeonnement, germination que nous avons vérifiée nous-mêmes. La teinte légèrement jaunâtre du mycélium filamenteux se retrouve dans les spores lorsqu'on les observe en masse sous une certaine épaisseur. Les dimensions de ces spores (longueur : de $4,5\mu$ à $11,8\mu$; largeur : de $1,5\mu$ à $5,4\mu$) sont plus variées que ce que nous avions indiqué pour le Champignon parasite des grains de raisin, ce qui peut être dû à l'influence des milieux. L'insertion légèrement latérale de ces spores sur le stérigmate est constante.

» MM. Prillieux et Delacroix croient devoir rapporter ce parasite au genre *Exobasidium* et l'exclure du groupe des Hypochnées, à cause de la variation du nombre des spores et de leur germination par bourgeonnement. Les Hypochnées diffèrent peu des Exobasidiées; elles s'en distinguent surtout par le caractère essentiel de leur hyménium filamenteux; le nombre de leurs spores est aussi variable que celui des Exobasidiées. En outre, elles ne déforment jamais comme les espèces de ce dernier groupe les organes attaqués et ne se présentent pas comme elles sous forme de nappes plus ou moins crustacées. Ces caractères distinctifs des Hypochnées sont ceux de l'*Aureobasidium Vitis;* ce parasite doit donc être maintenu dans les Hypochnées. »

ETHNOLOGIE. — *Sur des ivoires sculptés provenant de la station quaternaire de Brassempouy (Landes)*. Note de MM. **Ed. Piette** et **J. de Laporterie**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Les fouilles que nous avons faites à Brassempouy, avec l'autorisation du comte de Poudenx, propriétaire du gisement, dans la grotte du Pape et

(1) *Revue de Viticulture*, 7 juillet, page 9.

dans l'avenue bordée de rochers abrupts qui y mène, ont mis à jour cinq fragments de statuettes humaines, en ivoire, qui gisaient à côté de foyers épais, dans une terre jaune, argileuse, mêlée de cendres, au milieu d'ossements nombreux de rhinocéros, de mammouth, d'aurochs, de cheval et d'hyène. Cette découverte jette un jour nouveau sur les races humaines qui vivaient, à l'âge du mammouth, dans le midi de la France, et sur les mœurs de ces populations.

» Ces statuettes sont :

» 1° Le tronc d'une femme stéatopigique, sans bras, ayant servi de manche de poignard. Les gibbosités graisseuses ne sont pas tout à fait identiques à celles des Boschismanes. Elles recouvrent les cuisses et les hanches plutôt que les fesses. Le bas du dos reste libre. Le sacrum y fait une légère saillie. Ventre volumineux, proéminent, ellipsoïdal. Seins bien développés, cylindriques, pendants, terminés par des bouts assez gros, semblables à ceux de la figurine du Mas d'Azil.

» 2° Une tête de femme rappelant la race mongolique, très bien sculptée. Les cheveux sont longs; ceux du haut de la tête sont ramenés sur le front. Les autres partent de deux raies latérales et tombent jusqu'aux épaules. Ils sont divisés en mèches séparées par des fils qui sont comme la chaîne dont elles forment la trame. Cou allongé.

» Visage en triangle, un peu plus large que long. Front large et bas. Sourcils droits, très longs, abritant des yeux allongés, obliques. Pommettes des joues saillantes. Nez long, étroit, aplati. Menton saillant. La bouche n'est pas indiquée. Les traits de ce visage, très différents de ceux de la statuette du Mas d'Azil, qui est aussi mongolique, indiquent l'existence à cette époque de deux types humains, sinon de deux races dissemblables.

» M. Verneau a pris les mensurations de cette tête. Voici le résumé de ses observations :

| | | |
|---|---|---|
| A. Crane. — | Diamètre antéro-postérieur maximum...... | $19^{mm},5$ |
| | » transverse maximum............ | $18^{mm},5$ |
| | Indice céphalique horizontal............... | 94,87 |

» Dans les races mongoliques en général, abstraction faite des Chinois et des Japonais, l'indice céphalique varie, d'après les *Crania ethnica* du Dr Hamy, entre (minimum) 83,13, chez la femme Thaï (Siam et Laos), et (maximum) 88,09, chez la femme Bouriate.

» L'indice céphalique de la statuette montre une brachycéphalie plus accusée que chez la race mongolique la mieux caractérisée à ce point de vue.

| | | |
|---|---|---|
| B. Face. — | Hauteur de la face.......................... | $13^{mm}$ |
| | Diamètre bizygomatique maximum............ | 16 |
| | Indice facial.............................. | 81,25 |
| | Nez. { Longueur, 5 ; Largeur, 3 } | |
| | Indice nasal............................... | 60 |

» Par l'indice facial, la statuette révèle un type à face relativement plus large que celles d'aucune population vivant actuellement.

» Le nez, en revanche, est relativement long et étroit.

» 3° Un fragment de figurine brisée, dont les jambes se terminent en poinçon. La tête et la partie supérieure du tronc manquent. Une ceinture lui enserre les reins. La raie du dos est profondément creusée. Fesses petites. Cuisses et hanches présentant des formes féminines. Ventre plat. Organes sexuels imparfaitement représentés par une nodosité en losange qui nous a paru trop forte et placée trop en dehors des cuisses pour ne pas appartenir à un homme. Est-ce intentionnellement et par une sorte de pudeur que l'on croyait étrangère aux peuplades primitives qu'ils ont été figurés d'une manière fruste et énigmatique? C'est douteux et, pour avoir une idée de leur forme exacte, il faut attendre la découverte d'autres statuettes plus achevées. On saura alors si c'est systématiquement qu'ils ont été indiqués d'une manière insuffisante. C'est au développement du système adipeux qu'il faut attribuer les contours féminins des cuisses et la profondeur de la raie du dos. Les hommes de ce type devaient appartenir à la race des femmes stéatopigiques.

» 4° Un fragment de figurine n'ayant que le haut du torse. Le bras sculpté en demi-relief est appliqué contre la poitrine. Une pèlerine couvre les épaules. C'est la première fois que l'on trouve la preuve que l'homme se vêtissait alors partiellement, pour abriter certaines parties de son corps.

» 5° Petite figurine de femme, véritable joujou d'enfant, taillée en quatre ou cinq coups de silex. La personne représentée n'est nullement stéatopigique. Ses longs cheveux tombent sur le dos. Les seins manquent par suite du délit de l'ivoire. Le sexe est indiqué par une simple raie, ce qui prouve que les nymphes étaient enfermées et masquées par les grandes lèvres. Cette raie est placée un peu trop haut. Mais il s'agit d'un simple joujou auquel on ne peut demander beaucoup d'exactitude. D'ailleurs la *femme au renne* connue sous le nom de *femme enceinte* et la *Vénus* de M. de Vibraye, qui toutes deux paraissent être des métis, ont aussi le sexe figuré par une raie. Il y avait donc alors sur notre sol des femmes voisines de celles de notre race par l'absence de stéatopigie et par la conformation des organes sexuels.

» Toutes ces statuettes ont été recueillies par nous ou, sous nos yeux, par nos ouvriers. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur le tremblement de terre de Constantinople.* Extrait d'une Lettre de M. **Moureaux** à M. Mascart.

« .... Les journaux de ce matin (11 juillet) signalent qu'une violente secousse de tremblement de terre s'est produite à Constantinople, hier 10 juillet, à $12^h 24^m$; les oscillations se seraient dirigées de l'est à l'ouest.

» Les courbes, relevées ce matin à notre magnétographe, portent la trace très nette du phénomène, qui a été enregistré ici à $10^h 50^m$ (temps

moyen local), heure qui correspond à $12^h 36^m$ (temps moyen de Constantinople). Le trouble constaté est principalement accentué sur la courbe du bifilaire; celle du déclinomètre indique, en outre, une seconde vibration $7^m$ ou $8^m$ après la première; la composante verticale semble affectée également, mais d'une façon beaucoup moins appréciable. Les deux suspensions bifilaires à barreau de cuivre orientées dans deux plans rectangulaires n'ont subi aucun mouvement apparent; de même, on ne remarque rien d'anormal sur les courbes de variations des courants telluriques, mais cela pourrait tenir à l'apériodicité des galvanomètres. Si l'heure transmise par le télégraphe est exacte, l'impulsion aurait mis douze minutes pour se propager de Constantinople à Paris, dont la distance est d'environ $3000^{km}$.

» Le tremblement de terre d'Athènes, du 27 avril dernier, a également affecté nos courbes magnétiques à $20^h 04^m$ et à $20^h 08^m$ (temps moyen de Paris); l'heure des secousses n'a pas été transmise avec une approximation suffisante pour qu'il ait été possible d'établir la durée de la propagation.

» La courbe du baromètre à gravité indique également une agitation du mercure vers $10^h 53^m$. L'époque est ici plus difficile à préciser; si le phénomène est réel, comme il le paraît, il ne peut être dû qu'à un transport mécanique de mouvement. »

M. **Mascart**, en présentant une publication de M. *Rung* sur la « Répartition de la pression atmosphérique sur l'océan Atlantique septentrional, d'après les observations de 1870 à 1889 », ajoute :

« L'Atlas de M. Rung renferme une série de cartes donnant l'état moyen de la répartition des pressions pendant chaque mois de l'année jusqu'à la latitude de 75° et même jusqu'au Spitzberg dans la mer du Nord. Les documents ont été empruntés à différentes sources, et le nombre des observations à la mer utilisées est supérieur à 225000; c'est le travail le plus complet qui ait encore paru sur cette question importante. »

M. **Léopold Hugo** adresse une Note « Sur la disposition apparente de l'anneau stellaire des Gémeaux ».

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

### SÉANCE DU LUNDI 23 JUILLET 1894,

PRÉSIDENCE DE M. LŒWY.

### MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. G. **Darboux**, au nom du Comité du jubilé de M. Hermite, fait hommage à l'Académie de la médaille fondue en l'honneur de notre Confrère, et d'un exemplaire de la brochure qui a été publiée à l'occasion de la célébration de ce jubilé.

M. É. **Picard** fait hommage à l'Académie du premier fascicule du tome III de son « Traité d'Analyse ».

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur les photographies de la Lune obtenues au grand équatorial coudé de l'Observatoire de Paris* (1); par MM. **Lœwy** et **Puiseux**.

« L'Académie a bien voulu accueillir avec intérêt la présentation de quelques épreuves photographiques, reproduction agrandie des clichés de la Lune obtenus au foyer du grand équatorial coudé de l'Observatoire. Les épreuves originales mesurent environ $0^m,18$ de diamètre. Pour être considérées comme pleinement satisfaisantes et pouvoir contribuer à l'exécution d'un travail d'ensemble à l'échelle proposée, elles doivent supporter un grossissement de dix à quinze fois. On sait qu'il n'est pas aisé d'obtenir un tel résultat, même quand il s'agit d'objets terrestres pour lesquels on dispose, à son gré, de l'éclairage et du point de vue. Si l'on veut reproduire des corps célestes, toujours en mouvement et très éloignés de nous, les difficultés se multiplient.

» L'exécution d'images aussi parfaites échappe alors à la compétence des praticiens ordinaires et devient un véritable travail scientifique. Il ne sera pas inutile, pour s'en rendre compte, de passer brièvement en revue les obstacles qu'il s'agit de vaincre et l'ensemble des conditions favorables qu'il faut réunir.

» L'image de la Lune, étudiée sous un grossissement un peu fort, semble presque toujours dans un état de vive agitation. Cette circonstance n'empêche pas un œil exercé de percevoir les menus détails, mais elle est souvent fatale à la netteté de l'impression photographique.

» Les images de deux points dont la distance angulaire excédera peu le pouvoir séparateur de l'objectif arriveront très rapidement à se confondre sur la plaque, tout en demeurant distinctes pour l'œil. Il y aurait donc avantage à réduire la pose à une très petite fraction de seconde, si les préparations dont on dispose possédaient une sensibilité suffisante. En pratique il n'en est pas ainsi, surtout pour les phases éloignées de la pleine Lune, qui peuvent exiger trois secondes de pose ou davantage. D'ailleurs la sensibilité d'une émulsion aux sels d'argent paraît être en quelque sorte inverse de la finesse du grain, et l'on doit considérer cette dernière qualité comme tout à fait essentielle, sous peine de se voir enlever le fruit de l'agrandissement ultérieur. On ne peut donc éviter de recourir à des poses

(1) Voir les *Comptes rendus*, séance du 9 juillet.

d'une certaine durée, tant que les progrès de la Chimie ne nous auront pas mis en possession de plaques à la fois fines et très sensibles.

» Il convient par suite de se placer autant que possible dans les conditions qui atténueront l'inconvénient des poses prolongées. Ainsi l'on choisira les soirées où les variations de température sont assez faibles pour ne pas amener des courants d'air et des réfractions anormales. On surveillera les instants où l'atmosphère, parfaitement calme, n'imprime aucun ébranlement sensible à la lunette. Il conviendra aussi d'apporter une attention spéciale à l'appréciation du temps de pose. Il dépend de la présence éventuelle d'un léger voile de brume devant la Lune, de la phase que l'on veut reproduire, de la composition chimique de l'émulsion employée, de la date plus ou moins reculée de la préparation des plaques. L'incertitude à craindre sur ces divers facteurs est une cause assez fréquente d'échecs. Mais il est clair qu'en multipliant les épreuves, dans des conditions variées, on obtiendra de temps en temps la coïncidence désirée d'un temps de pose exact et d'une image calme.

» L'image de la Lune fût-elle exempte de toute ondulation, on n'obtiendrait encore un résultat parfait, avec une pose un peu prolongée, que s'il y avait concordance exacte entre le mouvement de l'astre et celui de la lunette. Il n'est pas facile de réaliser cet accord, même pour une durée de quelques secondes. La variation horaire de l'ascension droite est toujours assez forte pour exiger une modification dans la vitesse normale du mouvement d'horlogerie. On exécute ce changement à l'aide d'une ingénieuse disposition mécanique, appliquée pour la première fois dans le grand équatorial coudé par M. P. Gautier. Un bouton, placé sous la main de l'observateur, agit par un engrenage sur une coulisse qui modifie la position des poids du régulateur. On arrive ainsi très rapidement à mettre la vitesse moyenne du mouvement horaire d'accord avec la vitesse réelle de l'astre qu'on veut reproduire.

» Mais le déplacement propre de la Lune ne se produit pas seulement en ascension droite, il se manifeste en déclinaison, tant par suite d'une variation effective dans la distance polaire géocentrique que par l'effet variable de la parallaxe. On peut, par un choix judicieux des circonstances de l'observation, faire que ces deux influences nuisibles travaillent en sens contraire et se neutralisent en partie. Nous avons calculé pour cet objet des Tables spéciales donnant, à de courts intervalles, l'effet de la parallaxe en déclinaison. Mais cette nécessité diminue encore le nombre des jours que l'on doit considérer comme pleinement favorables.

» Si la pose devait être portée à plusieurs secondes, on pourrait, en agissant à la main sur les deux mouvements de rappel, maintenir la lunette constamment dirigée sur le même point de la Lune. Un oculaire muni de fils fins a été disposé à cet effet à côté du cadre qui porte la plaque sensible. Il recueille, à l'aide d'une petite glace inclinée, un faisceau de rayons peu étendu, suffisant toutefois pour que l'on puisse y choisir et y conserver un point de repère. Mais il fallait prévoir, en raison de la masse et de l'éloignement du grand miroir, que les organes de rappel en déclinaison n'auraient pas la souplesse et la précision nécessaires pour parer à toutes les variations accidentelles.

» L'expérience ayant confirmé cette crainte, nous avons dû recourir à une disposition différente, permettant d'imprimer à volonté de petits mouvements, dans deux directions rectangulaires, au système formé par le châssis photographique et l'oculaire. La masse qu'il s'agit de mouvoir se trouve ainsi réduite dans une très forte proportion et l'on peut obtenir une sensibilité plus grande. Toutefois il nous reste sous ce rapport une amélioration à réaliser.

» Le mouvement d'horlogerie, bien qu'amené à la vitesse moyenne de la Lune, accuse encore certaines irrégularités à courte période qui sont de nature à troubler les images obtenues avec plusieurs secondes de pose. Nous espérons, par des modifications ultérieures, pouvoir bientôt éliminer complètement cette dernière cause d'incertitude.

» Pour les motifs indiqués plus haut, nous n'avons pas encore obtenu de reproduction entièrement satisfaisante de toutes les phases de la Lune. Les clichés que nous avons recueillis présentent, cependant, des points de comparaison nombreux et intéressants avec les travaux antérieurs. L'éclairement relatif des diverses parties du disque, les teintes souvent très délicates, juxtaposées dans les régions unies, apparaissent sur nos épreuves avec une netteté et une variété extrêmes de nuances : sous ce rapport, la Photographie nous paraît avoir un avantage marqué sur la vision directe, où l'œil est rapidement fatigué par l'excès de la lumière. Les plus faibles différences de niveau s'accusent distinctement au voisinage du terminateur. Les montagnes projettent sur les plaines voisines des ombres fines et pointues très propres à une mesure exacte. La richesse des détails dans les régions accidentées paraît surpasser celle des meilleures Cartes.

» Les représentations de la Lune exécutées jusqu'à ce jour se partagent en deux classes : les unes visant à reproduire fidèlement l'aspect d'une portion limitée de la Lune sous un éclairage donné; les autres résumant

sous une forme graphique et conventionnelle une longue série d'observations et de recherches; c'est seulement aux images de la première catégorie que les épreuves photographiques peuvent être équitablement comparées. Il est de toute nécessité qu'elles soient contrôlées et complétées les unes par les autres. Il serait chimérique de croire qu'un cliché unique, si parfait qu'il soit, rende superflu tout travail ultérieur sur l'objet qu'il représente. Un objet quelconque ne saurait être considéré comme connu si l'on n'a pu, au moins, le voir éclairé successivement par l'est, par l'ouest et du côté du Méridien.

» Ainsi la Carte du Cirque de Maginus, donnée dans l'Ouvrage de M. Neison, résume plus de vingt dessins différents répartis sur cinq années d'observation. Il est donc naturel qu'un certain nombre des mouvements de terrain figurés par M. Neison demeurent pour nous plongés dans l'ombre ou peu perceptibles. Mais la supériorité de la Photographie devient manifeste si l'on tient compte de la vérité de l'effet général et de l'expression intense du relief. Elle prend, pour ainsi dire, sur le fait l'action des forces puissantes qui ont modelé la surface de la Lune. Elle place un document parlant et irrécusable sous les yeux des savants que leurs connaissances en Géologie et en Physique céleste mettent le plus sûrement à même de remonter des effets aux causes.

» Les épreuves que nous avons mises sous les yeux de l'Académie fourniraient, à l'appui de ces considérations, de nombreux exemples. Nous les avons comparées, en particulier, avec les dessins du D[r] Weinek, insérées dans les trois derniers Volumes de l'observatoire de Prague. La plupart de ces dessins sont obtenus à l'aide d'une lunette de 7 pouces d'ouverture, très inférieure par conséquent à la nôtre. Mais les plus récents sont des agrandissements de 10 à 20 fois, exécutés d'après les meilleurs clichés de Lick, et permettent, en conséquence, une comparaison équitable. De ce nombre sont les dessins I et III, qui représentent les cirques d'Archimède et d'Arzachel vus sous un éclairage peu différent du nôtre [1]. Les deux petits cratères situés au sud-est d'Archimède nous apparaissent comme régulièrement circulaires, semblables à tous les points de vue, sauf les dimensions, qui sont entre elles approximativement comme 3 et 2. Dans le texte du D[r] Weinek, ces deux objets sont signalés et désignés par les lettres *c* et *d*. Mais, dans le dessin I de son atlas, le

---

[1] *Astronomische Beobachtungen am der k.k. Sternwarte zu Prag in den Jahren* 1888, 1889, 1890, 1891.

cratère de l'ouest est indiqué comme très net, très profond; son importance, en un mot, est plutôt exagérée, pendant que le cratère de l'est est absolument méconnaissable et remplacé par une simple tache blanche. Entre ce point et la montagne isolée qui s'élève plus à l'est, nous voyons une dépression large et bien visible, courant du sud au nord. L'astronome de Prague figure ici une accumulation de détails dont il serait difficile de tirer une conclusion d'ensemble sur l'hypsométrie de cette région. Sur le dessin III, relatif au cirque d'Arzachel, nous sommes d'accord avec le D[r] Weinek pour constater l'existence de deux vallées profondes, allant déboucher dans la partie méridionale du cirque voisin d'Alphonsus. Mais, pour lui, ces deux vallées s'arrêtent nettement vers le sud sans se relier au cirque d'Arzachel. Nous les voyons, au contraire, se prolonger avec une profondeur moindre, mais encore très apparente, s'infléchir presque à angle droit vers le sud-est et venir creuser sur une grande longueur le rempart oriental d'Arzachel dont elles épousent la forme circulaire. Nous reconnaissons ici la trace d'une force d'érosion remarquable par l'étendue, sinon par l'énergie de ses effets, et agissant à angle droit avec le soulèvement principal qui forme trait d'union entre les cirques d'Arzachel et d'Alphonsus. On se rendra compte sur notre cliché que les deux dépressions secondaires présentent, sur les deux versants de la chaîne qu'elles franchissent, des inclinaisons opposées. Elles auraient donc subi l'effet du soulèvement principal et seraient, par conséquent, plus anciennes.

» Ces clichés agrandis nous semblent pouvoir être considérés comme une réalisation partielle de l'idée de M. Holden, qui estime que les photographies de Lick permettraient l'exécution d'un atlas, dont l'échelle serait calculée à raison de six pieds anglais pour le diamètre de la Lune. Les dimensions auxquelles nous nous sommes arrêtés sont notablement supérieures et l'emploi de plaques à grain plus fin permettrait de les augmenter encore. L'examen détaillé de ces épreuves appellerait bien des remarques; nous nous bornons pour le moment aux plus essentielles.

» Nous voyons aisément les rainures signalées par Schmidt à la base est des Apennins, et que M. Neison a considérées comme trop incertaines pour les reproduire sur ses cartes. Par contre, la rainure que Schmidt figure comme faisant trait d'union entre les Apennins et le Caucase n'est pour nous qu'une dépression simple, à forme nettement linéaire, mais ne possédant pas deux versants opposés. Une autre rainure, qui part du cirque d'Archimède et se dirige vers les Apennins, est fort bien visible sur notre épreuve. Le D[r] Weinek, averti de son existence, a vainement

cherché à la retrouver sur deux clichés de Lick, pris sous des éclairages opposés. Les petites taches très nettes que l'on remarque sur le bord est d'Archimède, au sud d'Aristillus, en travers du cirque de Lexell, sont des défauts du cliché primitif. On remarquera qu'ils se distinguent à première vue des accidents de terrain qui se trouvent dans la même région. Si toutefois une confusion de ce genre paraissait à craindre, on pourra lever l'incertitude, ainsi que nous l'avons expliqué, par la comparaison d'épreuves prises à de courts intervalles. On décidera par là si de faibles différences de teintes doivent être considérées comme réelles ou comme résultant d'une irrégularité accidentelle dans l'action chimique. L'examen des agrandissements pourrait aussi, dans certains cas, conduire à des interprétations inexactes, car l'opérateur le plus soigneux ne peut toujours éviter qu'il ne se produise de petites taches sur les épreuves. Mais ces difficultés se résoudront de la même manière que pour les clichés directs. Elles seraient, en tous cas, une source d'erreurs bien moins fréquentes que celles qui sont inhérentes aux méthodes graphiques.

» En résumé, nos recherches confirment celle du D[r] Weinek concernant la valeur scientifique des photographies lunaires obtenues à l'aide d'instruments à long foyer. Elles les complètent en montrant la possibilité d'obtenir, par la seule action de la lumière, des agrandissements aussi clairs, aussi détaillés que les meilleurs dessins et l'emportant sur eux par leur effet artistique et leur caractère d'authenticité. Si encourageants que soient ces premiers résultats, ils ne nous font pas perdre de vue les étapes qui nous séparent encore de l'exécution d'un atlas lunaire général. Il reste à examiner si nos épreuves pourront fournir de nombreuses reproductions, sur verre ou sur papier, qui ne leur soient pas trop inférieures. Nous avons aussi à étudier comparativement la méthode des agrandissements directs, effectués sur la lunette elle-même. Ce procédé, s'il conduit aux résultats espérés, aurait le grand avantage de se prêter immédiatement aux tirages sur papier. D'ailleurs, il est éminemment désirable qu'un travail aussi considérable, tel que la description générale de la surface de la Lune, et qui nécessite des recherches d'une nature très délicate et très variée, soit poursuivi simultanément par plusieurs établissements scientifiques. La multiplicité des résultats fournis par des instruments et des observateurs différents est seule capable de fournir un contrôle rigoureux et d'ouvrir la voie à de nouveaux progrès. »

CHIMIE. — *Sur une nouvelle série de sulfophosphures, les thiohypophosphates;* par M. C. FRIEDEL.

« Ayant cherché à faire réagir à une température élevée le pentasulfure de phosphore sur le fer, j'ai obtenu un composé gris de fer en lamelles éclatantes, ressemblant au fer oligiste ou au graphite; j'ai reconnu que c'est un sulfophosphure d'un type nouveau, correspondant parmi les composés oxygénés du phosphore aux sels de l'acide hypophosphorique.

» Outre le composé ferreux, j'ai préparé ceux d'un certain nombre d'autres métaux. Tous les métaux sur lesquels j'ai opéré m'ont donné des résultats satisfaisants et des composés cristallisés. Je ne doute pas que la série ne puisse s'étendre beaucoup encore. Si je ne l'ai pas complétée jusqu'ici, ce sont plutôt les difficultés et les longueurs des analyses qui m'en ont empêché, que celles de la synthèse pour laquelle un petit nombre d'heures sont suffisantes.

» Dans mon premier essai, j'avais enfermé, dans un tube en verre dur scellé à la lampe, du sulfure de phosphore et du fer, et j'avais chauffé le tube, entouré de clinquant, au rouge sombre, sur une grille à analyse. Malgré la précaution que l'on avait prise de chauffer moins fortement les extrémités du tube non soutenues par le clinquant, l'une d'elles avait fini par se souffler. Néanmoins, le tube renfermait encore de belles lamelles de sulfophosphure de fer.

» J'ai modifié alors le procédé de protection du tube scellé, et je suis arrivé à chauffer celui-ci jusqu'à la température de ramollissement du verre, sans qu'il éclate ou se souffle et voici comment : le tube en verre de Bohême dur, renfermant le métal et le sulfure de phosphore, ou le soufre et le phosphore rouge dans les proportions voulues, est fermé à la lampe de manière à ne pas dépasser une longueur de $20^{cm}$ à $25^{cm}$. Il est introduit dans un tube de fer comme ceux qui servent à protéger les tubes scellés qu'on chauffe dans les bains d'huile ou dans les blocs Wiesnegg, dans lequel on a disposé une couche de sable fin bien sec. Par dessus le tube de verre, on verse du sable, en le tassant soigneusement, jusqu'à ce que la gaine de fer soit entièrement remplie et l'on bouche la gaine. Si celle-ci est assez longue et a, comme d'ordinaire, $60^{cm}$ environ, on peut se servir d'un bouchon de liège qui sert à maintenir solidement le sable. Les deux extrémités de la gaîne peuvent même être bouchées de la sorte sans incon-

vénient, pourvu que l'on se contente de chauffer la partie centrale dans laquelle se trouve le tube, et que les bouchons soient assez éloignés des portions chauffées au rouge. On peut, en effet, porter dans ces conditions la partie médiane de la gaîne et, par conséquent, le tube intérieur au rouge, sans qu'il y ait rupture. Il faut néanmoins pour cela que la gaîne soit d'une solidité suffisante. J'avais essayé, d'abord, d'employer des étuis en laiton, mais ceux-ci ne sont pas assez résistants et chaque fois l'appareil a éclaté. Il en est allé de même quand on a employé des gaînes de fer amincies par un long usage. En dehors de ces quelques insuccès, les opérations ont toujours réussi. Je pense d'ailleurs que cette méthode, permettant de chauffer des tubes clos à une température élevée, pourra rendre des services dans beaucoup d'autres circonstances. Les tubes, lorsqu'on les retire de la gaîne, sont entièrement recouverts de grains de sable qui se sont incrustés dans le verre. A part cela, ils sont intacts, et, dans les expériences que j'ai faites, inattaqués à l'intérieur.

» Après avoir employé d'abord le sulfure de phosphore, et avoir eu quelque peine à isoler les produits formés, j'ai trouvé préférable, dans la plupart des cas, pouvant prévoir, par analogie, la composition du sulfophosphure qui devait se former, d'enfermer dans le tube les quantités nécessaires du métal, de soufre et de phosphore rouge, ce dernier soigneusement lavé à l'eau et à l'alcool, puis séché. Dans ces conditions, le plus habituellement, on obtient le sulfophosphure à l'état de pureté et cristallisé.

» Il est utile qu'il en soit ainsi, car la purification du produit n'est pas toujours très facile. Celui de fer, qui a été obtenu plusieurs fois mélangé d'un excès de sulfophosphure, peut être purifié par un traitement avec une lessive de soude étendue, qui attaque plus facilement le sulfure de phosphore que le sulfophosphure, ou mieux encore, en le chauffant jusqu'au rouge dans un tube fermé par un bout. Le sulfure de phosphore distille et se condense sur les parois; le phosphosulfure de fer résiste à ce traitement, quand il est chauffé, bien entendu, à l'abri de l'air. Chauffé à l'air, il brûle avec une flamme où l'on reconnaît la présence du soufre et du phosphore et en laissant un résidu ferrugineux. A la température ordinaire, il est inaltérable. Il n'en est pas de même de quelques autres thiohypophosphates.

» *Thiohypophosphate de fer :* $Ph^2S^6Fe^2$. — Lorsqu'on mélange les proportions convenables de soufre et de phosphore rouge avec un excès

de fil d'archal, et que l'on chauffe au rouge le tube préparé comme il a été dit plus haut, pendant quelques heures, on le trouve garni d'une matière cristallisée en belles lames hexagonales brillantes d'un gris noir ressemblant au fer oligiste ou au graphite, flexibles comme ce dernier. Les lames sont brunes par transparence, quand elles sont très minces et n'agissent pas sur la lumière polarisée parallèle.

» Elles se séparent facilement du fer en excès.

» Elles sont attaquables par l'acide azotique seul, et encore mieux par cet acide avec addition de chlorate de potassium.

» *Thiohypophosphate d'aluminium.* — En chauffant dans le tube de verre scellé $1^{gr},5$ d'aluminium, $5^{gr}$ de soufre et $2^{gr}$ de phosphore rouge bien sec, on a obtenu une matière blanche, un peu brunâtre par places, en lamelles cristallines allongées, transparentes, agissant sur la lumière polarisée et s'éteignant en long. Cette matière se ternit rapidement à l'air et est décomposée par l'eau avec dégagement d'hydrogène sulfuré.

» *Thiohypophosphate de zinc.* — En chauffant de même et en proportions variées le zinc, le phosphore et le soufre, on a obtenu des masses cristallines d'un jaune très pâle, mélangées encore de sulfure de phosphore d'un jaune plus vif. Tout le zinc n'était d'ailleurs pas attaqué. Il est de tous les métaux sur lesquels j'ai opéré celui qui se prête le moins facilement à la transformation en phosphosulfure et à la préparation du dérivé à l'état de pureté.

» Dans une expérience dans laquelle le tube avait fait explosion, on a trouvé des cristaux blancs transparents, brillants, en aiguilles, en croûtes ou en cristaux isolés, sans action sur la lumière polarisée, qui, d'après leur aspect et leurs propriétés n'étaient autre chose que de la blende.

» *Thiohypophosphate de cuivre :* $Ph^2S^6Cu^2$. — Lorsqu'on chauffe dans le tube du fil de cuivre avec les quantités correspondantes de soufre et de phosphore, on voit que le fil de cuivre est transformé en une matière jaune brun, friable, transparente. Elle est formée de petits cristaux en aiguilles rayonnant de l'axe à la surface et qui agissent fortement sur la lumière polarisée, s'éteignant dans le sens de la longueur. Il n'a pas été possible d'en déterminer la forme cristalline.

» Sur les parois du tube, il était resté une très petite quantité d'une matière d'un rouge de réalgar, ayant l'odeur du phosphore et prenant feu à l'air.

» Les chiffres obtenus sont assez approchés pour qu'il ne soit guère

possible de douter de la formule qui doit être attribuée au composé. C'est un dérivé cuivreux.

» *Thiohypophosphate de plomb :* $Ph^2S^6Pb^2$. — En chauffant dans un tube scellé $2^{gr}$ de plomb, $2^{gr}$ de phosphore rouge et $5^{gr}$ de soufre, on obtient une masse cristalline orangée qui attire l'humidité de l'air. Chauffée à l'ébullition avec de l'eau, la masse est attaquée avec dégagement d'hydrogène sulfuré; au bout d'un certain temps, l'attaque cesse et la masse est transformée en une poudre cristalline jaune orangé agissant fortement sur la lumière polarisée et sur laquelle l'eau est sans action. On l'a ainsi débarrassée de l'excès de sulfure de phosphore qui y était mélangé.

» La forme cristalline n'a pas pu être déterminée; mais on a pu mesurer sur les grains cristallins, qui présentent des faces brillantes et multiples, un angle de 76°,50 à 77°.

» Une deuxième portion, celle qui a servi à l'analyse II et qui n'a pas été traitée par l'eau bouillante, a été obtenue en chauffant ensemble $4^{gr},14$ de plomb, $1^{gr},92$ de soufre et $0^{gr},62$ de phosphore.

» *Thiohypophosphate d'argent :* $Ph^2S^6Ag^4$. — On a chauffé pendant quelques heures $2^{gr},16$ d'argent, $1^{gr},92$ de soufre et $0^{gr},62$ de phosphore.

» On a obtenu une masse cristalline jaune de soufre, qui brunit lorsqu'on la chauffe et qui, au rouge, brûle avec une flamme de phosphore en laissant une matière brune cassante.

» *Thiohypophosphate de mercure :* $Ph^2S^6Hg^2$. — $6^{gr}$ de mercure, $1^{gr}$ de phosphore, $3^{gr}$ de soufre ayant été chauffés ensemble, dans un tube scellé, ont donné une masse cristalline jaune de soufre; il restait une petite quantité de sulfure de phosphore en gouttes non cristallisées. Les lames cristallines, facilement clivables, agissent fortement sur la lumière polarisée et montrent, en lumière convergente, un système d'anneaux excentré.

» L'eau les attaque lentement à l'ébullition avec dégagement d'hydrogène sulfuré. Avec la potasse, l'attaque est plus rapide et il reste un résidu de sulfure de mercure.

» On a pu, en opérant avec précaution et en présence d'un excès de sulfure de phosphore, sublimer dans le vide une certaine quantité de la matière. Le sulfure de phosphore se condense plus loin. Lorsqu'on chauffe brusquement, il y a décomposition et formation de produits noirs. Dans un tube large, la matière s'enflamme d'abord, puis une partie se sublime.

» La matière jaune noircit peu à peu à la lumière. Certaines préparations

faites avec un petit excès de mercure sont, par places, colorées en orangé, sans doute par suite de la présence d'une petite quantité de cinabre.

» *Thiohypophosphates d'étain :* $Ph^2S^6Sn^2$ et $Ph^2S^6Sn$. — On a obtenu deux composés assez différents d'aspect suivant les proportions d'étain, de soufre et de phosphore que l'on a fait réagir.

» En employant $2^{gr},36$ d'étain, $1^{gr},92$ de soufre et $0^{gr},62$ de phosphore, on a retiré des tubes une belle matière cristalline d'un jaune orangé.

» L'ébullition avec l'eau l'attaque avec dégagement d'hydrogène sulfuré. Avec la potasse légèrement étendue d'eau, le produit se dissout assez rapidement et complètement. C'est même la meilleure manière de le dissoudre pour le soumettre à l'analyse. L'analyse a présenté d'assez grandes difficultés. On n'est arrivé à des résultats satisfaisants qu'en se servant de la méthode électrolytique après dissolution dans la potasse avec ou sans addition de soufre.

» Dans la liqueur privée d'étain, on a dosé le phosphore et le soufre, ce dernier lorsqu'on n'avait pas été obligé d'en ajouter une certaine quantité.

» Quand on a employé $1^{gr},18$ d'étain, $1^{gr},92$ de soufre et $0^{gr},62$ de phosphore, on a obtenu une masse cristalline fondue, rayonnée, brun-jaunâtre s'altérant à l'air en devenant opaque et jaune et en dégageant de l'hydrogène sulfuré.

» Ce dernier composé est le dérivé stannique, le précédent étant le dérivé stanneux.

» On voit donc que l'on a obtenu ainsi une série de corps bien définis qu'il convient d'envisager comme des thiohypophosphates ayant pour formule générale

$$\begin{array}{l} \quad\ \ S \\ Ph{-}S \rangle M'' \\ \quad\ \rangle S \\ PhS\langle {S \atop S} \rangle M'' \end{array}$$

» Berzélius a décrit un certain nombre de sulfophosphures obtenus par voie sèche, par l'action des sulfures de phosphore sur les sulfures métalliques ou du soufre sur les phosphures métalliques; mais aucun n'appartient à la série qui vient d'être décrite. Ils correspondent aux types $Ph^2S^2M''$, $Ph^2S^5M''^2$, $Ph^2S^7M''^2$ (*Pogg. Ann.*, t. LIX, p. 467). »

GÉOLOGIE. — *Sur deux menhirs trouvés dans les bois de Meudon;* par M. **Berthelot.**

« Les gisements de grès ne sont pas rares aux environs de Paris; on exploite cette roche en carrière à Châtillon, dans la vallée de l'Yvette et ailleurs, et l'on rencontre des échantillons disséminés en bien des endroits. Les champs du Haut-Sèvres en contenaient un certain nombre, il y a cinquante ans. Ils donnaient leur nom à la Sente des Grès, devenue depuis la rue des Grès; mais ils ont disparu, ayant été exploités lors de la construction récente des villas avoisinantes. On peut même apercevoir encore un fragment de grès en roche, dans un sentier qui monte en pente rapide le long du mur du parc de Meudon, près de l'étang de Trivaux.

» Aussi, lorsque j'ai eu occasion d'apercevoir près de la fontaine des Lynx, autrement dite de Sainte-Marie, au-dessus de Fleury, au carrefour de la Garenne, dans l'intérieur de la forêt de Meudon, une roche de grès de forme singulière, récemment mise au jour par suite d'une coupe des bois faite il y a deux ans, ma première pensée a-t-elle été de vérifier si cette roche ne serait pas un fragment naturel demeuré en place. Elle était connue des agents forestiers, comme on devait s'y attendre; mais elle n'a pas été signalée dans les cartes des monuments mégalithiques, publiés par la Commission archéologique des Gaules, ou inscrits dans ses dossiers; notre Confrère, M. Alexandre Bertrand, Directeur du Musée de Saint-Germain, si compétent dans ces questions, et à qui je m'adressai d'abord, n'en avait aucune connaissance. C'est ce qui m'a engagé à en faire l'examen, après autorisation gracieusement accordée par le Directeur des Forêts. Je l'ai fait déchausser, de façon à en reconnaître la base; j'ai pratiqué des fouilles à ses deux extrémités et j'ai dégagé complètement une seconde roche semblable, gisant sous la terre, à un mètre plus loin.

» La roche principale est une table de grès, à peu près triangulaire, dressée verticalement sur l'une de ses tranches et tronquée au sommet. Elle est haute de $2^{m},5$, large à la base de $2^{m},5$, au sommet de $0^{m},65$ environ. Elle est épaisse de $0^{m},6$ à la base, de $0^{m},5$ un peu au-dessous du sommet, où elle se rétrécit brusquement jusqu'à $0^{m},3$. Le sommet tronqué est constitué par un petit parallélogramme horizontal, de $0^{m},65$ sur $0^{m},3$ environ. L'orientation de la pierre, c'est-à-dire la direction du plan ver-

tical tracé entre les deux faces dressées, est celle du Levant : ainsi les deux faces verticales sont dirigées l'une vers le nord, l'autre vers le midi.

» Ces divers caractères rappellent ceux des menhirs, trouvés en bien des endroits de la France. Mais, pour établir la véritable nature de la pierre, il était nécessaire d'examiner la base. Une fouille pratiquée avec précaution l'a mise à nu tout entière et j'ai pu constater que la pierre n'était pas implantée sur roche, ou dans une couche de sable siliceux avec laquelle elle aurait fait corps, comme il arrive dans la forêt de Fontainebleau.

» Sa base est très nettement isolée et posée horizontalement sur un sol purement argileux. En d'autres termes, elle a été dressée à cette place, après avoir été apportée d'une distance plus ou moins considérable : peut-être de la région de la porte de Châtillon, située à $1^{km},5$ environ, où se trouvent d'anciennes carrières de grès; les bois les plus voisins ne renferment pas de roche semblable.

» J'ai pratiqué une fouille sous la tête orientale de la pierre; il s'y trouvait des meulières plates, empilées, mêlées d'argile, sans autre objet. Le sol portait d'ailleurs en ce point les traces d'un remaniement plus moderne, mais dont il est impossible de fixer la date. Sous la roche même, aucun remaniement, non plus qu'à son extrémité occidentale.

» En avant du menhir dressé que je viens de décrire, la fouille a permis d'en reconnaître un second, celui-là renversé, un peu plus petit. Il a la forme d'une table pentagonale, irrégulière; la plus grande dimension est de $2^m$ entre deux angles opposés; on mesure $1^m,8$ de la pointe à la base. L'épaisseur est la même que celle de la première, c'est-à-dire qu'elle varie de $0^m,65$ à $0^m,35$. Ce menhir a glissé à une certaine époque, sur une forte meulière plate qui le calait, et que j'ai pu extraire, après avoir fait soulever le menhir avec des leviers. Aucun autre objet ne s'y trouvait et le sol inférieur n'était pas remanié. D'après la position actuelle de ce second menhir, son orientation, lorsqu'il était dressé, était probablement la même que celle du premier qu'il précédait. J'ai fait poursuivre la fouille plus loin et faire des sondages dans cette direction, avec l'espérance de rencontrer soit d'autres menhirs, soit peut-être un dolmen; mais sans rien observer de plus.

» L'existence de ces deux menhirs dans le bois de Meudon doit être rapprochée de celle du dolmen de grès découvert, il y a quarante ans environ, dans l'avenue du château de Meudon et qui se trouve aujourd'hui sur la terrasse, ainsi que des ateliers de l'âge de pierre, signalés dans le

bois de Clamart par M. Rivière [1]. L'endroit où gisent les menhirs est intéressant : c'est une région remplie de sources, résultant du drainage de la plaine de Châtillon et arrêtées au niveau de la couche d'argile imperméable. Elles alimentent les étangs (artificiels) de Trivaux, de Chalais, de Villebon. Ces sources ont dû attirer l'attention des anciens habitants de la contrée sur le point où ils érigèrent autrefois les deux menhirs que je viens de signaler. »

## NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de deux de ses Membres qui devront faire partie de la Commission de vérification des comptes.

MM. de Bussy et Maurice Lévy réunissent la majorité des suffrages.

## MÉMOIRES PRÉSENTES.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la réduction d'un système différentiel quelconque à une forme complètement intégrable.* Mémoire de M. **Riquier**, présenté par M. Picard. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Darboux, Picard, Appell.)

« Ce Mémoire contient l'exposé détaillé de mes recherches sur la théorie générale des systèmes différentiels. Ses conclusions, que j'ai déjà formulées dans diverses Notes communiquées à l'Académie, peuvent se résumer comme il suit :

» *Étant donné un système différentiel impliquant à la fois un nombre quelconque de fonctions inconnues et un nombre quelconque de variables indépendantes, de simples éliminations, combinées avec des différentiations, permettent, dans les circonstances générales, de les ramener d'abord à une forme complètement intégrable, dont l'ordre est presque toujours supérieur à* 1, *puis de proche en proche à une forme linéaire et complètement intégrable du premier ordre.* »

---

(1) *Comptes rendus,* t. CI, 1190; 1885.

M. **Béraud** adresse une nouvelle série de couleurs de cobalt, destinées à la peinture sur porcelaine.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. F. **Becié** adresse de Vickovar (Autriche-Hongrie) une Note relative à un mode de traitement des vignes phylloxérées.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

## CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes** invite l'Académie à lui présenter une liste de candidats pour la chaire de Constructions civiles, actuellement vacante au Conservatoire national des Arts et Métiers.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le pouvoir inducteur spécifique du verre.* Note de M. F. **Beaulard**, présentée par M. Lippmann.

« La détermination du pouvoir inducteur spécifique du verre présente des difficultés particulières, qui tiennent à la nature même du phénomène qui est complexe; aussi la valeur numérique de ce coefficient est-elle mal déterminée : les nombres trouvés par les différents auteurs présentent des écarts parfois considérables, et n'obéissent pas, en général, à la loi de Maxwell.

» Je me suis proposé d'étudier principalement l'*influence du temps de charge*, et de chercher, par un artifice particulier, la valeur du pouvoir inducteur spécifique du verre, pour un temps de charge égal à zéro.

» La méthode employée est la méthode balistique; elle consiste à lancer successivement dans un galvanomètre le courant de charge du condensateur avec ou sans lame de verre. Il est nécessaire de tenir compte de l'amortissement toujours sensible et d'en corriger la déviation galvanométrique.

» Le condensateur employé est formé de plateaux rectangulaires en bois

recouverts d'étain et séparés par des cales d'ébonite; pour éliminer l'influence des bords, j'ai utilisé une méthode particulière ([1]) indiquée par M. Blondlot et employée déjà par M. Pérot.

» Soient A la capacité [en unités électrostatiques (G.S.)] du condensateur à air, B la capacité du même condensateur à lame de verre, et $x$ la correction due à l'influence des bords. Si l'on désigne par E l'épaisseur des cales isolantes, par $e$ l'épaisseur de la lame de verre ([2]), inférieure à la distance des plateaux, par $\varepsilon$ la différence $E - e$, et enfin par S la surface collectrice des plateaux, on a

$$(1) \qquad x + \frac{S}{4\pi E} = A, \qquad x + \frac{S}{4\pi}\left(\frac{1}{\frac{e}{k} + \varepsilon}\right) = B,$$

où $k$ désigne le pouvoir inducteur spécifique.

» En retranchant, pour éliminer $x$, il vient, après simplifications,

$$(2) \qquad k = \frac{1 + (B - A)Ce}{1 - (B - A)C\varepsilon},$$

en posant, pour abréger,

$$(3) \qquad C = \frac{4\pi}{S}\frac{E}{e}.$$

» On a opéré avec des temps de charge variables de un demi-centième à huit centièmes de seconde obtenus par une disposition spéciale. Le condensateur était chargé au moyen de piles Daniel (98 volts) ou de piles Gouy (208 volts ou 69 volts).

» Le plateau collecteur communique avec le pôle + de la pile dont le pôle — est au sol; le plateau condensateur est au sol par l'intermédiaire du fil du galvanomètre, lequel est, par suite, parcouru par le courant de charge du condensateur. On opère, successivement, pour un temps de charge donné avec ou sans lame de verre.

» Les résultats sont représentés par une courbe; on porte les temps en abcisses $Ox$, et les déviations du balistique (proportionnelles aux charges) en ordonnées $Oy$.

» La courbe relative au verre part de l'origine, s'élève rapidement, ensuite tourne en présentant sa concavité vers l'axe $Ox$, ensuite elle devient rectiligne; mais cette portion rectiligne de la courbe n'est pas parallèle à

([1]) *Comptes rendus*, t. CXV, p. 38; 1892.
([2]) Lame de Saint-Gobain légèrement opaque.

l'axe des temps, à cause de la conductibilité des cales isolantes d'ébonite. *Le prolongement de cette droite vient couper l'axe vertical* $Oy$ *en un certain point qui correspond à la déviation* D *que l'on aurait en opérant pendant un temps de charge nul* (1).

» On a, pour exprimer B, la relation

$$(4) \qquad B \times V = g\frac{\tau}{2\pi}D,$$

où V représente le potentiel de charge et $g\frac{\tau}{2\pi}$ la constante balistique; de même, pour le condensateur à air, on a

$$(5) \qquad A \times V = g\frac{\tau}{2\pi}D';$$

on calcule K par la formule (2)

» Pour faire varier les temps de charge, on interpose entre le condensateur et la pile une machine d'Atwood (2) dont la règle verticale ordinaire est en ébonite et porte deux poulies dont on peut faire varier l'écartement. Un cordon de soie passe dans les gorges des deux poulies; il a été, sur une fraction de sa longueur, rendu conducteur. A cet effet, il a été entouré d'un mince fil de cuivre. Le courant de la pile arrive à l'axe de l'une des poulies tandis que l'axe de la seconde communique avec le condensateur.

» Pendant la chute, le courant passe lorsque la partie conductrice touche à la fois les deux poulies; on fait varier le temps de charge en augmentant la distance des axes de rotation. On a, au préalable, étalonné ces distances en fonction des durées de charge.

» La moyenne d'un certain nombre d'expériences faites à des époques différentes et avec des potentiels de charges variables a donné pour $k$ la valeur de 3,9.

» La courbe des charges en fonction des temps permet une vérification théorique importante.

» Soient E la force électromotrice de la pile, $v$ le potentiel du collecteur au temps $t$, C la capacité du condensateur, R la résistance du circuit, et Q

---

(1) Si l'on fait une seconde série de mesures, on constate que cette partie rectiligne est moins oblique à l'axe $Ox$ et se rapproche davantage de l'horizontale; mais son prolongement coupe l'axe $Oy$ au même point que dans le cas précédent. Cela tient à une diminution de la conductibilité de l'ébonite.

(2) Disposition déjà employée par M. Pérot (*Journal de Physique*, 2e série, t. X; avril 1891).

la charge au temps $t$, on a

$$(6) \qquad CR\frac{dv}{dt} + v = E, \qquad i = \frac{dQ}{dt} = C\frac{dv}{dt},$$

d'où l'on déduit facilement la relation

$$(7) \qquad \frac{dQ}{dt} = \frac{1}{CR}(Q - CE).$$

$Q - CE$ se détermine sur la courbe (à un facteur près), ainsi que $\frac{dQ}{dt}$ qui est un coefficient angulaire de tangente à la courbe; on vérifie, très exactement, que le quotient

$$\frac{Q - CE}{\frac{dQ}{dt}}$$

est constant ([1]). »

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur l'électrolyse du sulfate de cuivre.* Note de M. **A. Chassy**, présentée par M. Lippmann.

« Si l'on électrolyse du sulfate de cuivre à chaud, on obtient, dans un grand nombre de cas, un dépôt rouge violacé remarquable. A 100° par exemple, avec une densité de courant d'environ un centième d'ampère par centimètre carré, une solution saturée de sulfate de cuivre pur donne sur une électrode en platine un beau dépôt, qui, examiné au microscope, présente de magnifiques cristaux d'un rouge vif, dont les formes dérivent du cube et de l'octaèdre.

» Le dépôt n'est pas toujours homogène; si l'on diminue la température de décomposition, on obtient de petites masses cristallines jaune rougeâtre de cuivre, disséminées à travers les cristaux rouges. Plus la température est basse, plus la proportion de cuivre métallique est grande. Ainsi, vers 40° on obtient seulement quelques cristaux rouges isolés. Une augmentation de la densité du courant ou une diminution de la concentration produisent le même effet qu'un abaissement de la température de l'expérience. Dans tous les cas, pour obtenir les cristaux rouges, il faut une solution presque neutre; l'expérience réussit aussi bien avec un liquide privé d'air par une ébullition prolongée.

---

([1]) Ce travail a été effectué au laboratoire de Physique de la Faculté des Sciences de Marseille.

» En analysant, par la méthode si précise de M. Riche, le dépôt, quand il ne présente au microscope aucune partie de cuivre jaune, on trouve qu'il représente exactement du sous-oxyde rouge de cuivre, de sorte que les cristaux considérés sont des cristaux de cuprite artificielle.

» Un autre fait intéressant à noter est la différence entre le poids de ce dépôt et le poids de celui que l'on obtient à l'électrode négative d'un voltamètre à sulfate de cuivre froid, en série avec le voltamètre chaud. Le poids du dépôt dans ce dernier surpasse toujours beaucoup celui qui correspondrait à l'oxydation du cuivre déposé dans la solution froide. Le rapport entre les deux dépôts est égal environ à 1,35 dans de bonnes conditions; or le rapport serait seulement égal à 1,12 si le dépôt du voltamètre chaud ne provenait que de l'oxydation d'une quantité de cuivre déposée égale à celle de l'autre voltamètre. Si, dans la solution à 100°, on met une plaque en cuivre, de même dimension que la lame de platine sur laquelle se dépose la cuprite, et pendant le même temps, on obtient bien une légère augmentation de poids, correspondant à une faible oxydation, mais cette augmentation est presque négligeable par rapport à la différence de poids des dépôts des deux voltamètres en série.

» Quant à la diminution de poids de l'électrode positive en cuivre dans la solution chaude, elle est toujours plus petite que l'augmentation de l'autre électrode, par suite de cette faible oxydation du cuivre à chaud. Il faut donc se garder de déduire l'intensité d'un courant, de mesures faites avec une solution chaude de sulfate de cuivre; il y a déjà une faible erreur quand le sel est légèrement acidulé et que la densité du courant est assez grande, mais l'erreur est beaucoup plus importante avec le sel neutre et une faible densité de courant. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'acier manganèse.* Note de M. **H. Le Chatelier**, présentée par M. Daubrée.

« L'acier manganèse, alliage de fer et de manganèse (13 pour 100 Mn), qui a été découvert, il y a quelques années, par M. Hadfield, le savant directeur de Hekla Works à Sheffield, possède des propriétés extrêmement singulières. Ce métal n'est pour ainsi dire pas magnétique; de tous les alliages du fer, c'est celui qui présente la résistance électrique la plus élevée, $1^{ohm}$ pour $1^{m}$ de longueur et $1^{mm}$ de diamètre; enfin, il est d'autant plus malléable qu'il a été trempé plus énergiquement. J'ai antérieure-

ment ([1]) donné quelques indications sommaires sur la variation de sa résistance électrique avec la température, en annonçant que je reviendrais ultérieurement sur cette question. J'avais en effet rencontré, dans ces expériences, des anomalies qu'il m'avait été jusqu'ici impossible d'expliquer.

» M. Hadfield, continuant de son côté l'étude de cet alliage a reconnu récemment qu'il en existait une seconde variété allotropique, laquelle est magnétique. Il avait obtenu cette nouvelle variété en recuisant, pendant une dizaine de jours, à une température élevée, l'acier manganèse ordinaire. L'existence de ces deux variétés allotropiques donne immédiatement l'explication des anomalies que présentaient mes anciennes expériences; elles avaient, en effet, porté, sans que je m'en fusse rendu compte, tantôt sur l'une, tantôt sur l'autre de ces variétés.

» Quelques expériences récentes m'ont permis de préciser les conditions de transformation des deux variétés de l'acier manganèse l'une dans l'autre. Pour transformer le métal non magnétique en métal magnétique, il faut le recuire à des températures comprises entre 500° et 650°; à la température de 550°, qui m'a paru être la plus favorable, la durée de la transformation complète est comprise entre une heure et deux heures. Pour transformer le métal magnétique en métal non magnétique, il faut le chauffer à une température égale ou supérieure à 800°, et le refroidir assez rapidement pour empêcher la transformation inverse de se produire entre 500° et 600°. Seulement, comme cette vitesse de transformation est très faible, il suffit d'une vitesse de refroidissement également très faible pour l'empêcher de se produire. Le refroidissement spontané à l'air suffit dans tous les cas, pour obtenir le résultat voulu. Ce fait est analogue à celui qui se produit pour certains aciers au chrome ou au tungstène, qui trempent complètement par simple refroidissement à l'air. La seule différence est que, dans le cas de ces deux derniers métaux, la transformation supprimée par la trempe est celle du carbure de fer, tandis que, dans le cas de l'acier manganèse, c'est la transformation de la variété non magnétique du métal qui est empêchée.

» Les deux Tableaux ci-après donnent la variation de la résistance électrique et la dilatation en fonction de la température, pour les deux variétés de l'acier manganèse :

---

([1]) *Comptes rendus*, 10 février 1890.

*Résistance électrique d'un fil de 1^mm de longueur et 1^mm,4 de diamètre.*

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Température | 15° | 90° | 300° | 500° | 635° | 730° | 850° | 965° | 1020° |
| Résistance non magnétique | 1ω,06 | 1ω,19 | 1ω,44 | 1ω,65 | » | » | 1ω,88 | » | 1ω,97 |
| Résistance magnétique | 0ω,88 | 0ω,99 | 1ω,27 | 1ω,5 | 1ω,7 | 1ω,79 | » | 1ω,93 | 1ω,97 |

*Dilatation d'une tige de 100^mm de longueur.*

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Température | 280° | 500° | 680° | 830° | 990° | 1060° |
| Dilatation | 0mm,35 | 0mm,67 | 1mm,05 | 1mm,43 | 1mm,97 | 2mm,09 |

» Les deux courbes de résistance électrique se rencontrent à 740° et, pour les températures supérieures, se confondent l'une avec l'autre. Cela montre que cette température de 740° est celle de transformation des deux variétés du métal; or, cette même température est précisément pour le fer doux celle de passage de l'état magnétique à l'état non magnétique. Cela conduirait à supposer que l'acier manganèse est constitué par un mélange mécanique de fer et d'une combinaison définie de fer et manganèse qui, dans aucun cas, ne serait magnétique; le fer seul éprouverait sa transformation normale, elle se ferait seulement plus lentement en raison de la présence de la combinaison manganésée.

» La dilatation des deux variétés d'acier manganèse a été trouvée la même, ce qui exclurait l'existence d'un changement de dimension au point de transformation. L'acier manganèse trempé à l'*eau* éprouve immédiatement par le recuit une contraction définitive de 0mm,4 sur 100mm. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'éther métaphtalodicyanacétique.* Note de M. **Locher**, présentée par M. Friedel.

« Dans notre dernière Communication ([1]), nous avons décrit la préparation et les propriétés de l'éther paraphtalodicyanacétique. Nous résumons aujourd'hui l'histoire du dérivé en méta :

$$C^6H^4\begin{cases}COCl\\COCl\end{cases} + 4\,CH\begin{matrix}CAz\\ \end{matrix}Na.COOC^2H^5$$

$$= C^6H^4\begin{cases}CO-C\begin{matrix}CAz\\ \end{matrix}Na.COOC^2H^5\\CO-C\begin{matrix}\\ CAz\end{matrix}Na.COOC^2H^5\end{cases} + 2\,CH^2\begin{matrix}CAz\\ \end{matrix}COOC^2H^5 + 2\,NaCl.$$

([1]) *Comptes rendus*, t. CXIX, p. 163.

» Ce composé se prépare comme son isomère en para; 16gr,2 d'éther cyanacétique sodé sec et bien pulvérisé sont mis en suspension dans 65gr d'éther anhydre; on ajoute 6gr,19 de chlorure d'isophtalyle dissous dans 15gr d'éther, et l'on abandonne pendant vingt-quatre heures, en agitant de temps à autre. La condensation est alors terminée; on achève l'opération comme nous l'avons indiqué pour l'éther en para.

» L'éther métaphtalodicyanacétique est l'analogue complet de son isomère en para. Il cristallise en aiguilles blanches, microscopiques, fondant nettement à 191°-192°; il est insoluble dans l'eau, très soluble dans le chloroforme, soluble dans les autres dissolvants organiques.

» L'eau bouillante, les alcalis et les acides forts le décomposent en éther cyanacétique et acide métaphtalique.

» Ce corps est un acide bibasique qu'on peut titrer à la phénolphtaléine, en solution hydroalcoolique.

» Nous avons préparé et analysé en outre :

» *Le sel diargentique* $C^{18}H^{14}Ag^2Az^2O^6$, poudre blanche, amorphe, insoluble dans l'eau et noircissant à la lumière.

» *Le sel cuivrique* $C^{18}H^{14}CuAz^2O^6 + 2H^2O$, composé vert qui perd son eau de cristallisation dans le vide.

» *Le sel ferrique* $(C^{18}H^{14}Az^2O^6)^3fe^2$ poudre brun-rougeâtre, ayant l'apparence cristalline, insoluble dans l'eau et dans les dissolvants organiques.

» *Le sel ammoniacal* $C^{18}H^{14}Az^2O^6(AzH^4)^2$, poudre blanche cristalline, soluble dans l'eau et fondant à 130°-133°, en perdant du gaz ammoniac.

» *L'éther diméthylé* $C^6H^4\begin{cases} CO - C(CAz).CH^3.COOC^2H^5 \\ CO - C(CAz).CH^3.COOC^2H^5 \end{cases}$. Cet éther se produit facilement en partant du sel diargentique; on opère de la façon suivante :

» Une molécule du sel diargentique sec et bien pulvérisé est mise en suspension dans 20cc d'alcool méthylique dans un ballon, muni d'un réfrigérant ascendant; on y ajoute deux molécules d'iodure de méthyle et on chauffe pendant une heure au bain-marie. L'iodure d'argent se précipite, tandis que l'éther diméthylé reste en solution. Ayant filtré, on évapore une partie de l'alcool et on laisse cristalliser. On obtient ainsi l'éther sous la forme de cristaux blancs et brillants. Après une seule cristallisation dans l'alcool méthylique, le corps est parfaitement pur.

» L'éther métaphtalodiméthyldicyanacétique cristallise en fines aiguilles blanches microscopiques, fondant à 188°. Il est insoluble dans l'eau et dans les solutions alcalines, soluble dans les dissolvants organiques.

» *La dihydrazone* $C^6H^4\begin{cases} C(=Az-AzH-C^6H^5)-CH.(CAz).COOC^2H^5 \\ C(=Az-AzH-C^6H^5)-CH(CAz).COOC^2H^5 \end{cases}$. — Ce dérivé se prépare avec la même facilité que celui de l'isomère en para; on opère au sein du chloroforme et on fait cristalliser le produit dans l'alcool absolu.

» La dihydrazone cristallise en aiguilles blanches microscopiques, rougissant à l'air;

elle est insoluble dans l'eau, très peu soluble dans tous les dissolvants organiques et fond à 260°-261° (1). Elle est décomposée à chaud par l'eau, les alcalis et les acides.

» Nos deux éthers phtalodicyanacétiques sont les isomères de l'éther orthophtalodicyanacétique que M. Muller a obtenu en faisant réagir à *froid* le chlorure de phtalyle ordinaire sur l'éther sodocyanacétique. Dans cette réaction il se forme en plus de l'éther orthophtalyl*mono*cyanacétique $C^6H^4.C^2O^2:C(CAz)COOC^2H^5$ (2); nous avons essayé de préparer l'isomère de ce corps en partant du chlorure de méta- et paraphtalyle. Bien que nous nous soyons placé dans les conditions les plus variées, nous n'avons pas réussi à isoler un produit répondant à la formule $C^6H^4 \genfrac{}{}{0pt}{}{\diagup CO \diagdown}{\diagdown CO \diagup} C \genfrac{}{}{0pt}{}{\diagup CAz}{\diagdown COOC^2H^5}$ (1,3 ou 1,4). Nous ne nions pas la possibilité de l'existence d'un pareil composé; mais nous pouvons affirmer que, d'après nos expériences, ce produit doit posséder une grande instabilité (3). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Combinaisons organo-métalliques du bornéol, du camphre et du camphre monochloré, avec le chlorure d'aluminium.* Note de M. G. Perrier, présentée par M. Friedel.

« *Bornéol et chlorure d'aluminium.* — Lorsqu'on chauffe au bain-marie, vers 70° et 80°, 2 molécules de bornéol pulvérisé et 1 molécule de chlorure d'aluminium anhydre récemment préparé, il se produit une réaction vive sans dégagement sensible d'acide chlorhydrique; la masse se liquéfie en partie. En chauffant vers 110° à 120°, on complète la réaction, et l'on obtient un liquide bien homogène qui, par refroidissement, se prend en une masse cristalline jaune-brun; cette dernière, traitée par l'eau, régénère le bornéol.

» Si l'on répète la même expérience en présence de sulfure de carbone, on obtient un produit bien défini, sous forme de cristaux volumineux. Ce nouveau produit se dissociant dans une quantité trop grande de sulfure de carbone, il est important d'opérer de la façon suivante :

» Dans un ballon de $150^{cm}$, contenant $10^{gr}$ de bornéol (2 molécules), dissous dans

(1) Nous avons donné par erreur le même point de fusion à l'hydrazone *para* (*Comptes rendus*, t. CXIX, p. 165; le vrai point de fusion de ce dérivé est 267°-268°.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. I, p. 499.

(3) Travail fait à l'Institut chimique de Nancy (Laboratoire de M. Haller).

40^cm de sulfure de carbone, on ajoute 8^gr de chlorure d'aluminium (1 molécule). La combinaison s'effectue à la température ordinaire avec un dégagement de chaleur assez considérable. On achève la réaction en chauffant le ballon au bain-marie et au réfrigérant ascendant pendant une demi-heure environ.

» Il s'est formé une liqueur rouge foncé parfaitement limpide, qui, par refroidissement, laisse cristalliser le nouveau produit.

» Il se présente tantôt en petites lamelles hexagonales roses, tantôt en cristaux volumineux atteignant parfois une longueur de plusieurs centimètres. La coloration rose est due à des traces d'impureté et à l'action de la lumière.

» Ce produit est très altérable à l'air; le benzène, le toluène et le chloroforme le décomposent en partie à chaud avec dégagement d'acide chlorhydrique. L'eau le décompose assez vivement, en donnant une solution de chlorure d'aluminium et régénérant le bornéol.

» Soumis à l'analyse, les cristaux ont donné des résultats qui correspondent à la formule $(C^{10}H^{18}O)^2Al^2Cl^6$.

» *Camphre et chlorure d'aluminium.* — Le camphre et le chlorure d'aluminium se combinent dans les mêmes conditions, pour donner un produit analogue au précédent. Ce dernier se dissociant dans un excès de sulfure de carbone, nous employons les proportions suivantes : 10^gr de camphre (2 molécules), 100^gr de sulfure de carbone, 9^gr de chlorure d'aluminium (1 molécule).

» La combinaison obtenue est très altérable à l'air; la lumière la colore en rouge; elle se présente parfois en petites lamelles, mais le plus souvent en grandes lamelles atteignant plusieurs centimètres.

» L'eau la décompose en régénérant le camphre.

» L'analyse conduit à la formule $(C^{10}H^{16}O)^2Al^2Cl^6$.

» Le camphre monochloré, fondant à 97°, se combine également au chlorure d'aluminium. Le produit obtenu est parfaitement cristallisé; ce sont de grandes lamelles nacrées, blanches, très altérables à l'air, décomposables par l'eau et répondant à la formule $(C^{10}H^{15}ClO)^2Al^2Cl^6$.

» Le perchlorure de fer anhydre donne également des combinaisons avec ces trois corps. Ces combinaisons n'ont pas encore été analysées [1]. »

---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de Chimie de la Faculté des Sciences de Caen.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un acide nouveau, l'acide isocampholique.* Note de M. GUERBET, présentée par M. Friedel.

« Les résidus de la préparation de l'acide campholique par le procédé que j'ai indiqué ([1]) renferment un acide de même composition, pour lequel je propose le nom d'*acide isocampholique*.

» Je rappelle brièvement la méthode que j'ai employée pour la préparation de l'acide campholique; elle consiste essentiellement, comme l'a indiqué le premier M. de Montgolfier ([2]), à préparer un mélange de camphre, camphre sodé et bornéol sodé qu'on enferme dans des tubes scellés. Ceux-ci sont alors chauffés à 280°-290°, au bain d'huile pendant vingt-quatre heures, puis leur contenu est jeté dans l'eau chaude où il se désagrège. On obtient ainsi une solution brune surnagée d'un liquide noirâtre qu'on sépare par décantation. La solution aqueuse est alors additionnée d'acide chlorhydrique de façon à lui laisser une réaction à peine alcaline à la phtaléine du phénol. Il se sépare une matière jaune brun qu'on enlève, et le liquide est soumis à l'action d'un courant d'acide carbonique qui précipite l'acide campholique. On recueille celui-ci sur une toile et l'on fait de nouveau passer le courant d'acide carbonique dans la solution. Si l'on a soin de refroidir, avec de la glace, le flacon où s'effectue la précipitation, on arrive ainsi à débarrasser la solution de presque tout l'acide campholique qu'elle renferme.

» On la traite alors par un excès d'acide chlorhydrique qui précipite une matière visqueuse peu colorée ayant une forte odeur valérianique, et qu'on sépare. Elle contient de l'acide campholique et d'autres acides parmi lesquels l'acide isocampholique.

» Pour se débarrasser de l'acide campholique, on profite de la propriété que possède ce corps de ne pas donner l'éther correspondant quand on traite par l'acide chlorhydrique sa solution dans l'alcool absolu, tandis que l'acide isocampholique s'éthérifie dans ces conditions. La matière visqueuse est donc dissoute dans l'éther sulfurique et la solution est desséchée sur le chlorure de calcium. On distille l'éther, on ajoute au résidu son poids d'alcool absolu et on sature d'acide chlorhydrique à 0°. On abandonne le mélange douze heures à la température ordinaire, puis on étend d'une grande quantité d'eau. Le liquide huileux qui vient surnager est décanté et lavé avec une solution étendue de soude qui enlève l'acide campholique. Enfin, l'éther éthylisocampholique brut est lavé, séché sur le chlorure de calcium et soumis à la distillation fractionnée. On ne peut arriver à l'avoir pur par ce procédé qu'après un grand nombre de distillations et il vaut mieux, pour gagner du temps et avoir un meilleur rendement, saponifier par la potasse alcoolique la portion de l'éther isocampholique qui bout entre 215° et 240°, puis transformer en sel de chaux l'acide régénéré

([1]) *Bull. de la Société chimique*, 3e série, t. IX, p. 426.
([2]) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. XIV, p. 101.

et purifier ce sel par plusieurs cristallisations dans l'alcool absolu. On le transforme ensuite en l'éther éthylique correspondant par l'alcool et l'acide chlorhydrique, puis on purifie cet éther par distillation fractionnée. L'éther passe entre 224° et 234°. Après quatre rectifications environ la moitié du produit passe entre 228° et 229°.

» On saponifie de nouveau cet éther par la potasse alcoolique, on sèche l'acide régénéré sur le chlorure de calcium et on le distille sous pression réduite. Il bout à 180°-181° sous $6^{cm},5$ de mercure.

» Sa composition répond à la formule $C^{10}H^{18}O^2$, comme le montre l'analyse.

» Sa densité de vapeur qui a été prise par la méthode de M. V. Meyer, dans la vapeur de mercure, s'éloigne un peu de la densité théorique pour la formule $C^{10}H^{18}O^2$ : trouvé, 4,90; calculé, 5,88. Cette différence est due, sans aucun doute, à la décomposition partielle de l'acide à la température de l'opération, car la détermination des densités de vapeur des éthers méthylique et éthylique correspondants donne des chiffres conformes à la théorie :

| Densité de vapeur de l'isocampholate de méthyle. | | Densité de vapeur de l'isocampholate d'éthyle. | |
|---|---|---|---|
| Trouvé. | Calculé. | Trouvé. | Calculé. |
| 6,43 | 6,37 | 6,85 | 6,85 |

L'acide a donc bien pour formule $C^{10}H^{18}O^2$.

» Il se comporte d'ailleurs comme un acide monobasique, comme l'a montré l'analyse des sels d'argent, de cuivre, de chaux, de baryte.

» Sa formation, à partir du camphre, peut être figurée comme celle de l'acide campholique par la formule

$$C^{10}H^{16}O + H^2O = C^{10}H^{18}O^2.$$

» L'acide isocampholique est un liquide incolore, de consistance huileuse; son odeur est désagréable et rappelle un peu celle de l'acide valérianique.

» Il bout à 180°-181° sous $6^{cm},5$ de mercure, et à 256°-257° avec décomposition partielle à la pression ordinaire. Sa densité à 0° est 0,9941. Son pouvoir rotatoire est $\alpha_D = +24°,38'$ (une molécule par litre d'alcool).

» Il est presque insoluble dans l'eau, miscible à l'alcool et à l'éther. Il ne fixe pas le brome. Ses sels cristallisent sans difficulté soit dans l'eau, soit dans l'alcool ou dans l'éther.

» *Éther méthylisocampholique* $C^{10}H^{17}(CH^3)O^2$. — Liquide incolore, de consistance huileuse. Il bout à 216°-218°, et a pour densité à 0°, 0,9593.

» *Éther éthylisocampholique* $C^{10}H^{17}(C^2H^5)O^2$. — Liquide incolore, huileux, d'odeur très désagréable. Sa densité à 0° est 0,9477.

» *Amide isocampholique* $C^{10}H^{17}AzO$. — L'isocampholate d'ammoniaque, chauffé à 210° pendant six heures, se transforme en une amide correspondante, comme le montre l'analyse du produit formé.

» Cristallisée dans l'eau bouillante, elle se présente en paillettes nacrées assez solubles à chaud, presque insolubles à froid dans l'eau; elle se dissout, au contraire, très facilement dans l'alcool et dans l'éther. Elle fond à 116°.

» Contrairement à l'acide campholique, son isomère se comporte comme un acide fort avec les réactifs colorés, n'est pas précipité par l'acide carbonique de ses dissolutions alcalines, est éthérifié à la température ordinaire par l'action de l'alcool et de l'acide chlorhydrique et l'éther formé est saponifiable par les alcalis.

» Les propriétés de l'acide isocampholique et de ses dérivés montrent qu'il ne peut être confondu avec aucun des acides de même composition connus jusqu'à ce jour. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du pentachlorure de phosphore sur la quinone tétrachlorée.* Note de M. Et. Barral, présentée par M. Friedel.

« En chauffant à 130°-140° un mélange de 1 molécule de quinone et de 2 molécules de pentachlorure de phosphore, on voit la masse solide se liquéfier très lentement en un liquide jaune. Cette réaction, qui demande trois jours pour s'effectuer dans ces conditions, se fait plus rapidement en vingt-quatre ou trente heures, si l'on ajoute un peu de trichlorure de phosphore.

» Le produit solide, blanc, obtenu par refroidissement, est projeté dans l'eau, lavé, séché et traité par le benzène chaud qui laisse un résidu abondant, presque insoluble, probablement du phosphate de pentachlorophénol.

» La solution benzénique abandonne, par évaporation très lente, un mélange de longues aiguilles de benzène hexachloré et de gros prismes de bichlorure de benzène hexachloré, imprégnés d'une matière huileuse jaune à odeur de quinones chlorées. Le chlorure de Julin étant soluble dans tous les dissolvants du bichlorure de benzène hexachloré, celui-ci doit être séparé mécaniquement et purifié par plusieurs cristallisations.

» Le produit obtenu est identique au bichlorure de benzène hexachloré, qui a fait le sujet d'une précédente Communication [1] : il cristallise en longs prismes dans la ligroïne et l'éther de pétrole, en gros prismes clinorhombiques dans le benzène.

» Ces cristaux fondent à 159°-160° et donnent, à l'analyse, des résultats correspondant à la formule $C^6Cl^8$.

---

[1] *Comptes rendus*, 7 mai 1894.

» Le bichlorure de benzène hexachloré se volatilise, sans décomposition, quand on le maintient fondu à une température inférieure à 200°; mais il se décompose, au-dessus de cette température, en chlore et benzène hexachloré. Toutefois, en présence du pentachlorure de phosphore, la décomposition a lieu à une température bien inférieure à 200°; cela explique pourquoi M. Graebe n'a obtenu que du benzène hexachloré en chauffant à 180° du chloranile avec du pentachlorure de phosphore.

» L'acide azotique fumant dissout lentement, à chaud, le bichlorure de benzène hexachloré; la solution, maintenue pendant plusieurs heures au bain-marie bouillant, laisse déposer peu à peu des cristaux jaunes de quinone tétrachlorée.

» La transformation en bichlorure de benzène hexachloré, obtenue par la quinone tétrachlorée, dont les deux atomes d'oxygène sont dans la position para, la formation inverse du chloranile par oxydation du bichlorure de benzène hexachloré, donnent la constitution de ces deux corps, et, par suite, celle de la quinone :

$CCl^2$
ClC — CCl
ClC — CCl
$CCl^2$

Parabichlorure de benzène hexachloré.

C = O
ClC — CCl
ClC — CCl
C = O

Quinone tétrachlorée.

C = O
HC — CH
HC — CH
C = O

Quinone.

» Le corps obtenu par l'action du pentachlorure de phosphore sur le chloranile est donc le parabichlorure de benzène hexachloré.

» Le chloranile est une dicétone chlorée, et la quinone une dicétone [1]. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur l'essence de Pelargonium de la Reunion*. Note de MM. **Ph. Barbier** et **L. Bouveault**, présentée par M. Friedel.

« L'essence de Pelargonium ne paraît pas avoir été étudiée jusqu'ici d'une manière approfondie. Les travaux de Jacobsen et de Semmler semblent se rapporter plutôt à l'essence extraite de l'*Andropogon Schœnanthus* désignée dans le commerce sous le nom d'*essence de géranium indou*. MM. Bertram et Gildmeister, dans une récente publication, ont affirmé l'identité de trois alcools isomères savoir : le Lémonol (Géraniol)

---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de Chimie médicale, à la Faculté de Médecine de Lyon.

de l'essence d'*Andropogon Schœnanthus*, l'alcool $C^{10}H^{18}O$ de l'essence de Pelargonium et le Rhodinol de l'essence de roses.

» Nos recherches sur l'essence de Pélargonium dont nous donnons ici les premiers résultats nous permettent de croire que les deux chimistes allemands sont dans l'erreur, au moins pour ce qui est relatif à l'essence de Pelargonium.

» Si l'on soumet à la distillation dans le vide l'essence de Pelargonium brute qui est colorée en jaune verdâtre assez foncé, il passe à basse température des composés volatils et d'odeur désagréable, puis les trois quarts de l'essence passent de 90° à 125°. Le thermomètre monte régulièrement et s'arrête seulement assez longtemps à 115°. Il reste un résidu visqueux assez abondant qui est constitué par un mélange des éthers d'un alcool que nous avons trouvé identique à celui qui forme la portion principale.

» Nous saponifions au préalable l'essence brute par la potasse alcoolique. La solution alcaline contient des acides qui existaient dans l'essence à l'état d'éther; nous reviendrons plus tard sur ces acides.

» Le liquide huileux est ensuite rigoureusement rectifié dans le vide jusqu'à 125°, il reste une faible proportion (7 pour 100 de l'essence) d'un liquide très coloré qui n'a été étudié que superficiellement.

» La rectification dans le vide ($10^{mm}$) du liquide saponifié a fourni : $\frac{1}{20}$ au-dessous de 80°; $\frac{1}{8}$ de 80° à 100°; $\frac{3}{4}$ bouillant à 115°-116°; la portion 100°-115°, assez abondante au début, disparaît complètement pendant la rectification.

» Les portions bouillant au-dessous de 80°, très peu abondantes, n'ont pas été étudiées; notre examen a surtout porté sur les fractions 80°-100° et 115°-116°.

» Ces deux fractions possèdent exactement la même composition répondant à la formule $C^{10}H^{18}O$; la portion principale bouillant à 115°-116° possède une densité à 0° égale à 0,8866; sous une épaisseur de $20^{cm}$, elle dévie de $-12°28'$. Ce composé est huileux, incolore; possédant une très forte odeur de roses, nous l'appellerons provisoirement *Rhodinol du Pelargonium*. Il donne par l'anhydride acétique un acétate liquide bouillant à 120° sous une pression de $10^{mm}$. Cet éther saponifié régénère le Rhodinol pur présentant une odeur moins forte mais plus suave que celle du corps primitif; la densité à 0° est devenue égale à 0,8826 et sous une épaisseur de $20^{cm}$ il ne dévie plus que de 7°12'. Dans une prochaine Note nous ferons connaître les expériences qui nous ont permis d'établir sa constitution.

» La portion inférieure (80°-100°) présente de grandes ressemblances avec le Licaréol dont elle a la composition; son odeur elle-même s'en rapproche, quoiqu'elle soit modifiée par une assez forte odeur de menthe. Nous l'avons traitée par l'anhydride acétique pour voir si elle se comportait comme le licaréol. Ce traitement fournit une quantité notable d'hydrocarbure bouillant de 60° à 80° dans le vide et d'éther acétique bouillant aux environs de 120°; mais la moitié environ du produit n'a pas été altérée même par l'emploi d'un excès d'anhydride.

» Nous avons constaté que cette fraction, bouillant surtout de 90° à 95°, était une acétone. Elle ne réduit pas le nitrate d'argent ammoniacal, elle ne se combine pas au bisulfite, mais elle fournit une oxime qui donne un dérivé acétylé par l'action de l'anhydride acétique. Pour purifier cette acétone nous l'avons entièrement transformée en oxime à l'aide du réactif de Crismer. Cette oxime bout à 135°-140°, sous 10mm.

» Nous l'avons ensuite décomposée par ébullition avec l'acide sulfurique à 25 pour 100. L'acétone pure bout à 94° sous 10mm; elle possède une très vive et très agréable odeur de menthe poivrée; soumise à l'analyse, elle a donné des nombres compris entre ceux exigés par les formules $C^{10}H^{16}O$ et $C^{10}H^{18}O$; traitée en dissolution dans la ligroïne légère par l'acide bromhydrique gazeux et sec, elle fixe une quantité d'hydracide égale aux deux tiers de la quantité théoriquement exigée par une acétone non saturée de formule $C^{10}H^{16}O$. Cette expérience, rapprochée de l'analyse mentionnée ci-dessus, montre que cette substance est un mélange de deux acétones, l'une saturée $C^{10}H^{18}O$, identique ou isomérique avec le menthone, et l'autre non saturée $C^{10}H^{16}O$ sur la constitution de laquelle il est impossible de se prononcer actuellement, mais qui cependant nous paraît différente de la pulégone.

» Quoi qu'il en soit, le mélange de ces deux corps fournit abondamment par oxydation de la diméthylcétone et de l'acide β-méthyladipique $C^7H^{12}O^4$ fusible à 84°. Nous reviendrons plus tard sur ce point intéressant.

» L'alcool qui accompagne cette acétone et qui a été transformé en acétate par l'anhydride acétique peut être obtenu directement en traitant le mélange des deux corps par le réactif de Crismer. On le sépare aisément par distillation de l'oxime qui prend naissance. C'est un liquide incolore bouillant à 89° sous 10mm et dont la densité à 0° est 0,8820.

» L'alcool régénéré de l'acétate possède la même composition, mais ses propriétés physiques sont considérablement modifiées. Il bout à 117° sous 10mm et possède une odeur assez indistincte. Cet alcool est identique au licarhodol de même que l'alcool primitif est identique au licaréol, car l'oxydation par le mélange chromique le transforme en un acide fixe très soluble dans l'eau, moins soluble dans l'éther et qui n'est autre que l'acide térébique fusible à 174°.

» Nous avons retiré les acides de la solution alcaline qui a servi à saponifier l'essence de Pelargonium brute; ces acides sont constitués par un mélange d'acides acétique, isobutyrique, isovalérianique, tiglique, et une petite quantité d'un acide bouillant à 250°, probablement $C^9H^{15}CO^2H$? Tous ces acides sont contenus dans l'essence à l'état d'éthers.

» L'acide tiglique a été caractérisé par son point de fusion 64°,5, l'analyse du sel de baryum $(C^5H^7O^2)^2Ba + 4H^2O$; nous avons en outre constaté qu'il fixe du brome en donnant de l'acide dibromovalérianique fusible à 87°, déjà connu, et dans lequel nous avons dosé le brome.

» Nous avons isolé en outre un composé liquide fortement coloré en bleu, bouillant vers 165°-170° sous 10mm, dont nous n'avons pas fait l'étude, mais qui nous paraît être l'éther oxyde $(C^{10}H^{17})^2=O$.

» Les portions liquides qui bouillent en dernier lieu laissent déposer une substance cristalline fusible à 63°, qui paraît se comporter comme le stéaroptène de l'essence de roses.

» *En résumé*, on voit, par ce qui précède, que l'essence de Pelargonium renferme au moins six substances différentes parmi lesquelles domine le rhodinol du Pelargonium dont l'étude, actuellement terminée, fera l'objet d'un prochain Mémoire. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la condensation de l'aldéhyde formique avec les alcools de la série grasse en présence d'acide chlorhydrique.* Note de M. C. FAVRE [1], présentée par M. P. Schützenberger.

« En 1838, MM. Wurtz et Frapolli firent réagir l'acide chlorhydrique gazeux sur un mélange d'aldéhyde et d'alcool, ils obtinrent ainsi de l'oxyde d'éthyle monochloré d'après l'équation

$$CH^3COH + CH^3CH^2OH + HCl = CH^3CH^2.O.CH^3CHCl + H^2O.$$

» J'ai préparé en m'appuyant sur cette réaction toute une série d'éthers monochlorés dérivant de l'aldéhyde formique et des alcools de la série grasse, d'après la réaction $HCOH + ROH + HCl = CH^2Cl.OR + H^2O$.

» La préparation de ces corps se fait de la façon suivante :

» On fait un mélange d'aldéhyde formique commerciale à 40 pour 100 avec un léger excès sur la quantité théorique de l'alcool à étudier. La solution aldéhydique se mélange facilement avec tous les alcools, même les alcools isobutylique et amylique. Dans le mélange on fait passer un courant d'acide chlorhydrique, en refroidissant par un courant d'eau rapide; en effet, l'échauffement produit par la réaction est considérable et peut donner lieu à la formation de produits secondaires.

» Au bout d'un certain temps, le produit se sépare en deux couches. La couche inférieure, légèrement jaunâtre pour les alcools à basse molécule et fortement colorée en rouge pour les supérieurs, est formée d'un mélange d'eau et d'alcool en excès, le tout saturé d'acide chlorhydrique. La couche supérieure, complètement incolore, est formée de l'oxyde chloré, qu'il suffit de fractionner pour purifier.

» Les composés sont d'autant plus instables que la molécule est plus basse; ils fument tous au contact de l'air en répandant l'odeur d'aldéhyde formique et d'acide chlorhydrique. L'eau décompose ces produits en don-

[1] École de Physique et de Chimie, Laboratoire d'études et de recherches.

nant de l'aldéhyde formique, de l'alcool et de l'acide chlorhydrique. Plus la molécule est basse, plus rapide est la décomposition. Alors que le dérivé méthylique se dissout instantanément avec dégagement de chaleur, le dérivé amylique ne se dédouble que très lentement.

» Wurtz et Frapolli en faisant réagir une molécule d'alcoolate de sodium sur l'oxyde chloré ont obtenu l'acétal d'après la réaction

$$CH^3.CHCl.O.CH^2.CH^3 + CH^3CH^2ONa$$
$$= NaCl + CH^3.CH:(OCH^2CH^3)^2.$$

» Cette réaction se produit également en employant simplement l'alcool. J'en ai profité pour préparer tous les formals correspondants aux éthers chlorés; le procédé permet également d'obtenir les formals mixtes de la formule générale $CH^2 \langle {}^{OR}_{OR'}$ dont je poursuis l'étude.

» Pour faire les formals, on met l'éther monochloré en présence d'un léger excès d'alcool et l'on chauffe au réfrigérant ascendant pendant deux ou trois heures, puis on lave à la soude concentrée pour enlever l'acide chlorhydrique en excès, celui-ci décomposant les formals à la distillation. J'ai obtenu ainsi une série de ces composés préparés d'une autre façon par MM. Trillat et Cambier (*Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 1277).

» On obtient, dans ces préparations, des rendements d'autant meilleurs que la molécule est plus élevée. Deux tours de fractionnement fournissent un produit très pur.

» Je résume ici les résultats obtenus :

» I. Alcool méthylique. — A. *Oxyde de méthyle chloré :* $CH^2Cl.O.CH^3$ (déjà obtenu par M. Friedel en traitant l'oxyde de méthyle par le chlore).

Éb. = 59,5, D. $\frac{15}{4}$ = 1,1508, $n_{19}$ = 1,389.

» B. *Formal diméthylique :* $CH^2(OCH^3)^2$.

Éb. = 45,5, D. $\frac{15}{4}$ = 0,872. $n_{19}$ = 1,356.

» II. Alcool éthylique. — A. *Oxyde d'éthyle et de méthyle chloré :*

$$CH^2Cl.O.CH^2.CH^3.$$

L'isomère de ce corps $CH^3.OCHCl.CH^3$ a été obtenu de la même façon par M. Rubenkamp au moyen de l'aldéhyde ordinaire et de l'alcool méthylique.

Éb. = 80, D. $\frac{15}{4}$ = 1,023, $n_{19}$ = 1,401.

» B. *Formal diéthylique :* $CH^2(OC^2H^5)^2$.

Éb. = 74, D. $\frac{15}{4}$ = 0,831, $n_{19}$ = 1,369.

» III. Alcool propylique normal. — A. *Oxyde de propyle et de méthyle chloré :*

$CH^3.CH^2.CH^2.OCH^2Cl.$

Éb. = 112,5, D. $\frac{15}{4}$ = 0,985, $n_{19}$ = 1,409.

» B. *Formal dipropylique :* $CH^2(OC^3H^7)^2$.

Éb. = 140,5, D. $\frac{15}{4}$ = 0,827, $n_{19}$ = 1,391.

» IV. Alcool isobutylique. — A. *Oxyde disobutyle et méthyle chloré :*

$(CH^3)^2.CH.CH^2O.CH^2Cl.$

Éb. = 131°, D. $\frac{15}{4}$ = 0,947, $n_{19}$ = 1,410.

» B. *Formal diisobutylique :* $CH^2(OC^4H^9)^2$.

Éb. = 164,5, D. $\frac{15}{4}$ = 0,837, $n_{19}$ = 1,400.

» V. Alcool amylique. — A. *Oxyde d'amyle et de méthyle chloré :*

$(CH^3)^2.CH.CH^2.CH^2OCH^2Cl.$

Éb. = 154, D. $\frac{15}{4}$ = 1,066, $n_{19}$ = 1,425.

» B. *Formal diamylique :* $CH^2(OC^5H^{11})^2$.

Éb. = 207,5, D. $\frac{15}{4}$ = 0,841, $n_{19}$ = 1,412. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur l'existence de l'eau oxygénée dans les plantes vertes.* Note de M. **A. Bach**, présentée par M. Schützenberger.

« Dans une Note antérieure ([1]), j'ai exposé sur le mécanisme chimique de la réduction de l'acide carbonique dans les plantes à chlorophylle une nouvelle hypothèse, suivant laquelle 3 molécules d'acide carbonique hydraté $CO^3H^2$ entrent en réaction pour fournir 1 molécule d'aldéhyde formique et 2 molécules d'acide percarbonique hydraté $CO^4H^2$. Ce dernier, aussitôt formé, se décompose en anhydride carbonique, eau et oxygène, en engendrant de l'eau oxygénée comme produit intermédiaire.

» Par une série d'expériences, et notamment par mon expérience avec l'acétate d'urane et la diéthylaniline ([2]), j'ai démontré que, sous l'influence de la radiation solaire, l'acide carbonique se décompose en aldéhyde for-

([1]) *Comptes rendus*, 1893.
([2]) *Moniteur scientifique*, septembre 1893, p. 669 à 685.

mique et en un corps oxydant dont l'action est analogue à celle de l'eau oxygénée. Étant donnés ces résultats, il était intéressant de rechercher, par des réactifs sûrs, si effectivement les plantes vertes renferment de l'eau oxygénée au moment de l'assimilation de l'acide carbonique.

» Je rappellerai que, signalé pour la première fois par M. J. Clermont (¹), le fait de l'existence de l'eau oxygénée dans les plantes a été combattu par M. Belluès (²), affirmé de nouveau par M. Wurster (³) et encore une fois contesté par M. Borkony (⁴).

» Avant tout, j'ai cherché à me rendre compte jusqu'à quel point les réactifs usuels de l'eau oxygénée peuvent être utilisés pour la recherche de cette substance dans les plantes. Voici les résultats auxquels je suis arrivé.

» 1° *Tétraméthylparaphénylènediamine.* — C'est par ce réactif que M. Wurster croit avoir démontré la présence de l'eau oxygénée dans les plantes. Mais l'auteur reconnaît lui-même que le réactif est tellement sensible qu'il se colore déjà par le chlorure de calcium et par la glycérine, par suite de l'absorption d'oxygène par ces substances. M. Borkony affirme que l'eau agitée à l'air suffit pour provoquer la coloration du *papier tétra*. Cette sensibilité dépasse certainement le but et, comme le réactif est, en outre, commun à l'acide azoteux et à l'eau oxygénée, les résultats qu'il fournit sont toujours contestables.

» 2° *Teinture de gayac en présence de diastase.* — Ce réactif est d'une préparation et d'un maniement trop délicats et incertains pour mériter confiance. C'est ainsi que l'eau pure agitée à l'air le colore en bleu (réaction caractéristique de l'eau oxygénée) : 1° lorsque la résine employée pour la teinture n'a pas été découpée à l'intérieur d'un gros morceau; 2° lorsque l'alcool employé avait subi l'action de la lumière; 3° lorsqu'on opère en présence d'une trace d'ammoniaque ou d'un autre alcali, etc. En outre, l'action sur ce réactif des substances contenues dans les feuilles est totalement inconnue.

» 3° *Iodure de potassium-amidon en présence de sulfate ferreux.* — Par une série d'expériences, j'ai acquis la certitude qu'en présence de sub-

(¹) *Comptes rendus,* t. LXXX, p. 1591.
(²) *Berichte d. deut. Chem. Ges.*, t. XII, p. 136.
(³) *Berichte,* p. 1525; 1888.
(⁴) *Ibid.*, p. 1848; 1888.

stances non saturées susceptibles d'absorber de l'iode, et les plantes en renferment toujours, ce réactif perd toute sa valeur. Voici un exemple :

» J'ai préparé une solution très étendue d'eau oxygénée et, au moyen d'une burette, j'ai déterminé la quantité de cette solution nécessaire pour provoquer la coloration dans $5^{cc}$ de réactif; trouvé : $0^{cc},7$. Après addition de $5^{cc}$ d'un extrait de feuilles (obtenu en faisant macérer, à l'obscurité, des feuilles dans de l'eau légèrement acidulée par l'acide sulfurique) à la même quantité de réactif, il a fallu employer $73^{cc},5$ de la solution d'eau oxygénée pour obtenir un commencement de coloration! De plus, le réactif, préalablement bleui par l'eau oxygénée, s'est rapidement décoloré par l'addition du même extrait de feuilles.

» 4° *Bioxyde de titane en solution sulfurique.* — Tous les expérimentateurs s'accordent à reconnaître que c'est le réactif le plus sûr de l'eau oxygénée. Ayant constaté, par ce réactif, la présence d'eau oxygénée dans des extraits de feuilles, j'ai fait un certain nombre de dosages quantitatifs, en me servant de la méthode colorimétrique. Mais, en étudiant l'action de la solution titanique sur différentes substances dont la présence pouvait être supposée dans les extraits, j'ai trouvé que le tannin donne, avec ce réactif, absolument la même coloration que l'eau oxygénée.

» D'autre part, dans tous les extraits sans exception, j'ai constaté la présence du tannin. Donc, pour la recherche de l'eau oxygénée dans les plantes, la valeur de ce réactif est nulle.

» 5° *Acétate d'urane.* — Une solution à 1 pour 100 de ce sel donne, avec une trace d'eau oxygénée, un léger trouble jaune verdâtre qui ne disparaît pas par l'addition d'acide acétique. Mais cette solution se trouble également par une trace d'albumine ou de tannin, et le trouble ne disparaît qu'incomplètement par l'addition d'acide acétique.

» 6° *Bichromate de potasse-éther.* — Déjà très peu sensible par lui-même, ce réactif le devient encore beaucoup moins en présence d'une solution de tannin ou d'un extrait de feuilles. Dans les deux cas, le tannin semble absorber l'oxygène de l'eau oxygénée, et empêche la réaction de se produire.

» En résumé, aucun des réactifs usuels de l'eau oxygénée ne peut donner de résultats sûrs et incontestables, en ce qui concerne l'existence de cette substance dans les plantes. On a tout aussi peu de raisons d'affirmer cette existence que de la nier (1). »

---

(1) Travail commencé au laboratoire de M. Schützenberger, au Collège de France, et terminé au laboratoire de l'auteur, à la campagne.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *De la présence de plusieurs chlorophylles distinctes dans une même espèce végétale.* Note de M. A. **Étard**, présentée par M. Henri Moissan.

« Dans de précédentes Communications, je me suis occupé de quelques principes que les dissolvants neutres peuvent extraire des feuilles des phanérogames. Même après la mort des plantes, ces principes, variables avec les végétaux, sont encore, si l'on arrive à bien les connaître, des témoins valables de la biologie de l'espèce. D'ailleurs, l'étude des réactions chimiques sur la cellule vivante est illusoire, car les réactifs la modifient aussitôt et un très grand nombre de composés définis concourent à produire des effets chimiques ou optiques qu'on est en droit d'attribuer aussi bien au protoplasma qu'aux nombreux éléments du grain chlorophyllien.

» Dans les produits d'extraction des feuilles par un dissolvant neutre, le sulfure de carbone, on trouve d'abord des alcools élevés mono- ou pluriatomiques. Ces alcools cristallisés et incolores retiennent avec une extrême ténacité la chlorophylle par voie de teinture. On a ainsi des substances vertes cristallisant et recristallisant sans aucune difficulté dans l'acide acétique ou d'autres dissolvants. Ce sont, d'après mes expériences, ces corps qui ont reçu les noms d'*hypochlorine*, puis de *chlorophyllane*. Dans certaines espèces, le véritable pigment vert des plantes peut aussi cristalliser, ainsi que nous le savons déjà par les belles recherches de M. Armand Gautier, mais seulement après de longues et minutieuses purifications.

» A la suite de mes premières études sur la séparation et l'analyse des principes des feuilles de divers végétaux, je me suis proposé de négliger provisoirement les extraits incolores, et de concentrer mes efforts sur une espèce unique et abondante, en vue d'en extraire assez de matière colorante pour entreprendre les purifications nécessaires. On peut ainsi essayer de trancher la question de savoir s'il y a, dans les espèces vertes, une chlorophylle unique ou plusieurs chlorophylles. Déjà on a dit, sans l'avoir prouvé par des analyses, que les fougères, les conifères et les algues avaient une chlorophylle spéciale.

» Dans le présent travail, je me suis uniquement occupé de la luzerne (*Medicago sativa*).

» On a fauché un peu avant la floraison 500$^{mq}$ d'une culture pure. Il a été obtenu 480$^{kg}$ qui, après dessiccation à l'ombre et séparation aussi complète que possible des tiges, ont laissé 50$^{kg}$ de feuilles sèches. Cette récolte épuisée par le sulfure de carbone donne 800$^{gr}$ d'extrait, soit 1,6 pour 100. En en séparant le médicagol déjà décrit, il ne reste que 280$^{gr}$ d'un extrait encore complexe, mais déjà riche en pigments verts. Cela représente 0,56 pour 100 de la plante sèche et on ne peut tenter à moins des séparations utiles.

» Lorsque le sulfure de carbone n'enlève plus rien à la luzerne restant encore verte on épuise celle-ci par l'alcool à 85°. Il se dissout des extraits, des glucoses, etc. La teinture alcoolique est d'un vert très intense, la plante se décolore complètement et après distillation de l'alcool on peut séparer 1$^{kg}$,350 d'une sorte de graisse contenant la totalité de la chlorophylle que le végétal retenait encore.

» La matière verte provenant des solutions alcooliques est parfaitement soluble dans le sulfure de carbone; si celui-ci n'a pu l'enlever aux corps chlorophylliens dès le début, cela montre qu'elle y est retenue sous forme de combinaison et, comme je l'ai constaté par l'analyse, à ce qu'elle est de nature chimique différente.

» Des nombres qui précèdent on peut conclure qu'après purification complète il n'y aurait pas plus de 20$^{kg}$ de matière colorante par hectare de luzerne. Ainsi 2$^{gr}$ de matière active par mètre carré et sur une hauteur d'environ 0$^{m}$,30, qui est celle de la plante, suffisent pour assurer les réactions de la synthèse végétale.

» La couche superficielle qui impressionne efficacement l'œil ne dépassant pas 0$^{m}$,05, on peut dire que 0$^{gr}$,333 de chlorophylle par mètre carré assurent une coloration intense, et cependant les grains chlorophylliens placés dans la profondeur du parenchyme n'influent pas.

» En poids, la luzerne vivante est colorée par environ 30$^{mgr}$ de pigment vert au kilogramme.

» De l'ensemble des matières chlorophylliennes, extraites aussi bien par le sulfure de carbone que par l'alcool, j'ai pu séparer jusqu'à présent *quatre* chlorophylles distinctes, parfaitement définies, et qui ont été analysées. Elles seront décrites séparément.

» L'une de ces chlorophylles provient de l'extrait sulfocarbonique de luzerne : elle se prépare en appliquant la méthode d'analyse que j'ai décrite. On malaxe l'extrait solide avec de l'alcool froid, qui laisse le médicagol; le nouvel extrait alcoolique solide est repris par l'éther, et ce dernier, chassé à son tour, est remplacé par du pentane qui, à la faveur d'une trace d'éther, dissout d'abord toute la chlorophylle, mais un excès de pentane rend les impuretés négligeables et précipite bientôt une portion de la matière colorante, restant après séparation définitivement insoluble dans ce carbure pur.

» Cette première chlorophylle de la luzerne est amorphe, de consistance molle, à reflets bleuâtres et puissamment colorante. Soluble dans le sulfure de carbone et insoluble dans l'eau, elle est exempte d'extraits, de tannins, de gommes, de glucoses, d'acides végétaux. Insoluble dans le pentane, elle ne contient ni graisses, ni huiles, ni acides gras élevés. Ce sont là des caractères de pureté, corroborés par la présence de 0,88 pour 100 de cendres seulement; la chlorophylle de Hoppe-Seyler en contenait 1,45 pour 100. La solution dans l'acide acétique glacial est d'un vert intense avec dichroïsme rouge; étendue au $\frac{1}{1000000}$, la coloration se voit encore bien sur $50^{cc}$. La chlorophylle, insoluble dans le pentane, est plus dense que l'eau; insoluble dans la potasse *concentrée*, elle se dissout dans les alcalis *très étendus*, d'où les acides et même le sel marin la précipitent : c'est un corps à fonction acide très faible. En solution ammoniopotassique, il y a, par le nitrate d'argent, formation de miroir sur les tubes maintenus au bain-marie. Toutes les chlorophylles que j'ai vues présentent cette réaction remarquable, en accord avec la mobilité de leurs fonctions dans les plantes.

» Pour le distinguer d'autres que j'aurais à décrire, je désignerai le pigment vert dont il est ici question sous le nom de *médicagophylle-α*.

» Le poids moléculaire de cette matière, pris en solution acétique par la méthode de Raoult, a donné 425. La formule $C^{28}H^{45}AzO^{4}$ représente un poids moléculaire de 459, ce qui est dans les limites de l'expérimentation pour les corps élevés ([1]).

» La faible quantité de cendres que j'ai obtenue montre qu'il n'y a pas lieu d'en tenir compte pour établir le poids moléculaire des chlorophylles, que je viens d'ailleurs de fixer pour la première fois, par la méthode plus certaine de la cryoscopie.

» La médicagophylle-α ne cristallise pas, ce qui ne peut surprendre pour une matière liée aux transformations de la vie. Cela ne l'empêche d'être une espèce définie par ses réactions au même titre que les tannins, la gélatine, l'huile de ricin, le gluten et diverses autres substances. »

---

([1]) *Analyse :* C = 72,7; 72,8, H = 9,6; 9,6, Az = 3,0; 3,3.
La formule précitée exige 73,2; 9,8; 3,0.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Recherches sur les causes de la toxicite du sérum du sang.* Note de MM. **Mairet** et **Bosc**, présentée par M. Bouchard.

« Nous avons fait une série d'expériences relativement à l'injection intra-veineuse du sérum sanguin d'un animal (homme, chien) à un animal d'espèce différente (lapin). Ces expériences nous ont montré que, dans ces conditions :

» 1° Le sérum sanguin entraîne la mort à des doses relativement faibles et légèrement variables suivant l'espèce animale. Ainsi tandis qu'il faut, en moyenne, $15^{cc}$ de sérum humain pour tuer un kilogramme de lapin, il faut $21^{cc},5$ de sérum de chien pour obtenir les mêmes résultats.

» 2° Le sérum tue toujours par coagulation; on retrouve, à l'autopsie, des thromboses qui peuvent occuper tout ou partie du système veineux. Le sérum du sang de chien a des propriétés coagulatrices plus actives que le sérum du sang de l'homme.

» 3° Toutefois, si le sérum tue par coagulation, il possède, à côté de ses propriétés coagulatrices, des propriétés toxiques très nettes. Il est possible de séparer ces deux espèces de propriétés, en détruisant l'une d'elles : lorsqu'on ajoute au sérum une certaine quantité de chlorure de sodium et de sulfate de soude, on supprime la propriété coagulatrice, les propriétés toxiques persistant seules. Il en est de même lorsqu'on traite le sérum, pendant trois quarts d'heure, par la chaleur à 52°-53°.

» 4° Lorsqu'on étudie comparativement les effets physiologiques produits par le sérum privé ou non de ses propriétés coagulatrices, on trouve que ces effets ont, dans l'un et l'autre cas, la plns grande analogie, si bien qu'on est amené à conclure que la propriété coagulatrice du sérum est une propriété qui se développe rapidement, à un moment donné de l'intoxication et presque à la limite de l'action toxique, surajoutant ainsi ses effets nocifs aux effets toxiques.

» Les expériences qui nous ont amenés aux conclusions qui précèdent viennent d'être communiquées à la *Société de Biologie* (séances des 16, 22 juin, 7 et 22 juillet 1894). Nous ne les rappellerons pas ici, voulant nous borner à relater les *recherches qui nous ont permis de séparer les matières coagulatrices des matières toxiques, et de déterminer leur nature.*

» En traitant le sérum par la chaleur nous avons acquis la conviction que les propriétés coagulatrices et les propriétés toxiques, tout en étant distinctes, devaient être cependant attribuées à des substances de nature très voisine. En effet, le degré de chaleur nécessaire pour abolir les propriétés coagulatrices atténue déjà très fortement les propriétés toxiques; et, comme la plupart des auteurs pensent que les propriétés coagulatrices doivent être attribuées à des matières albuminoïdes, nous avons dirigé nos recherches de ce côté et employé l'alcool qui, on le sait, précipite ces matières.

» Nous n'indiquerons pas toutes les expériences que nous avons faites à ce sujet; nous dirons seulement que certaines d'entre elles nous ont amenés à admettre :

» 1° *Que l'extrait alcoolique n'a aucune propriété toxique et coagulatrice;*

» 2° *Que ces propriétés sont contenues dans le précipité.*

» Mais nous insisterons davantage sur les expériences qui nous ont permis de séparer les matières toxiques et les matières coagulatrices du sérum.

» Pour arriver à ce résultat, nous nous sommes d'abord adressés à l'alcool absolu et à des alcools forts. Ces alcools ne nous ont donné aucun résultat, la mort étant toujours produite par coagulation. Il en a été de même lorsque nous avons traité le sérum par de l'alcool à un degré de plus en plus faible.

» Nous avons alors traité un même sérum, d'abord par de l'alcool faible (mélange à 30°); puis le filtratum a été de nouveau repris par de l'alcool à un degré plus élevé (mélange à 40°) et nous avons ainsi traité successivement le filtratum par de l'alcool, de façon à obtenir un mélange d'un degré alcoolique de plus en plus élevé. Nous sommes arrivés au chiffre de 80° auquel toutes les matières albuminoïdes sont précipitées.

» Nous avons recueilli le plus rapidement possible chacun de ces précipités; après les avoir essorés et desséchés, nous les avons dissous dans l'eau distillée et injectés à des lapins.

» Le premier précipité, obtenu par un mélange à 30°, tue l'animal, par coagulation, en répétant le Tableau symptomatique produit par le sérum pur (voir *Comptes rendus de la Société de Biologie,* séances des 16 et 22 juin 1894). A l'autopsie, nous avons constaté une coagulation en masse dans tout le système veineux.

» Les autres précipités, obtenus par alcoolisation des filtrata, peuvent tuer l'animal, mais à l'autopsie on ne trouve aucune trace de coagulation

sanguine; les symptômes observés pendant la vie sont ceux que l'on constate à la suite de l'injection de sérum privé de ses propriétés coagulatrices, soit par l'action du chlorure de sodium et du sulfate de soude, soit par l'action de la chaleur (voir *Comptes rendus de la Société de Biologie*, séances du 22 juin et du 7 juillet 1894).

» L'alcool faible permet donc de précipiter d'emblée et complètement les matières coagulatrices du sérum et il est facile, en augmentant suffisamment le degré alcoolique, de précipiter, à leur tour, toutes les matières toxiques.

» Ces deux espèces de matières étant ainsi séparées, nous nous sommes demandé quelle était leur nature.

» A en juger par leurs réactions, elles sont toutes de nature albuminoïde. En effet, comme les matières albuminoïdes, elles sont précipitées par le réactif d'Esbach, le ferrocyanure de potassium, la chaleur en milieu légèrement acide, et elles donnent la réaction du biuret.

» Là se bornent nos connaissances à ce sujet; nous n'avons pu, jusqu'à présent, différencier ces substances d'une manière plus complète.

» *En résumé*, nos expériences nous démontrent :

» 1° Que le sérum sanguin a deux espèces de propriétés : des propriétés toxiques et des propriétés coagulatrices;

» 2° Que les propriétés coagulatrices sont abolies par l'action de la chaleur ou par l'adjonction au sérum de chlorure de sodium et de sulfate de soude;

» 3° Que les effets symptomatiques produits par les injections intraveineuses de sérum pur sont dus, en très grande partie, aux propriétés toxiques de ce sérum, les propriétés coagulatrices ne se faisant sentir qu'à un moment donné de l'injection, presque à la limite de l'action toxique;

» 4° Que l'extrait alcoolique n'a aucune propriété toxique ou coagulatrice, ces propriétés étant renfermées dans le précipité;

» 5° Qu'il est possible de séparer par l'alcool les matières toxiques et les matières coagulatrices;

» 6° Que ces deux matières, à en juger par leurs réactions, rentrent l'une et l'autre dans le groupe des matières albuminoïdes. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur la structure de la membrane de Corti*. Note de MM. **P. Coyne** et **Cannieu**, présentée par M. Bouchard.

« Quand on examine la membrane de Corti des mammifères (Homme, Chat, Chien, Souris, etc.), on s'aperçoit qu'elle est constituée par une

substance spéciale claire, transparente, offrant un aspect élastique. Cette substance est striée transversalement, c'est-à-dire dans une direction qui s'étend de son point d'insertion interne vers son point d'insertion externe.

» Nous étudierons la structure de la membrane de Corti, d'abord en l'examinant par sa face supérieure, puis en faisant porter nos observations sur des coupes faites dans différentes directions.

» Vue par sa face supérieure, cette membrane paraît constituée par des stries très rapprochées les unes des autres, unies entre elles au moyen d'une substance plus claire et peu abondante. On observe cette disposition et cette apparence plus particulièrement au niveau de la protubérance de Huschke, c'est-à-dire dans sa portion interne. L'aspect et la disposition des stries sont un peu différents dans la partie externe de cette membrane. En effet, nous voyons à ce niveau les stries et les fibrilles s'éloigner de plus en plus les unes des autres au fur et à mesure qu'on poursuit leur prolongation vers la portion externe, de telle sorte que par leur disposition elles rappellent l'apparence d'un éventail étalé.

» Au niveau de l'insertion externe de la membrane, on voit une sorte de réseau à mailles polygonales.

» Nous n'avons jamais observé le revêtement épithélial dont parle Lœwenberg et dont l'un de nous avait déjà nié l'existence.

» Sur une coupe passant par l'axe du limaçon, la membrane de Corti présente dans sa partie interne un aspect différent de celui que l'on observe dans sa portion externe. La région qui est en connexion avec la protubérance de Huschke paraît constituée par des fibrilles unies par une sorte de ciment plus clair. A ce niveau, ces fibrilles sont parallèles, très denses, très rapprochées les unes des autres. Lorsqu'on les suit dans leur trajet vers la partie épaisse de la membrane, elles constituent trois faisceaux superposés qui donnent naissance à trois couches principales qui sont : une couche limitante supérieure et une couche limitante inférieure, peu épaisses, denses, constituées par des fibrilles très rapprochées les unes des autres; entre les deux existe une couche intermédiaire formée par des stries éloignées les unes des autres, mais agglomérées par la substance intermédiaire dont nous avons parlé précédemment.

» La couche limitante supérieure présente une apparence qui tranche

---

[1] Ce réseau a été très exactement décrit par l'un de nous dans l'article *Oreille* du *Dictionnaire encyclopédique des Sciences médicales*.

sur l'aspect de l'ensemble de la membrane. Dans sa partie interne, elle revêt la forme d'un liséré mince, réfringent, strié dans le sens de sa longueur. A mesure que l'on se rapproche de son extrémité externe, elle devient moins dense et un certain nombre des fibrilles qui la constituent s'en détachent successivement, traversent la zone médiane en décrivant une courbe à convexité externe et vont se confondre avec les stries qui forment la couche inférieure.

» La couche limitante formée, ainsi que nous l'avons dit précédemment, par le faisceau inférieur des fibrilles, se présente avec l'apparence d'une membrane dense, réfringente et habituellement parcourue par de fines stries. Elle est plus ondulée que la précédente, chez la majorité des Mammifères où nous l'avons étudiée; on y observe des sortes de dentelures de longueur et de largeur variables. Cependant, chez le Chat, on observe la disposition inverse et la zone limitante supérieure est plus ondulée que l'inférieure. Moins épaisse que la couche supérieure, elle est plus difficile à étudier et constitue le rendez-vous où aboutissent, après avoir décrit un arc de cercle à convexité externe, les fibrilles provenant des faisceaux supérieur et moyen.

» La zone moyenne est également formée, dès sa partie interne, par des faisceaux de fibrilles masqués par des lignes de striation divergente vers l'extrémité externe. Les faisceaux les plus proches de la face inférieure se recourbent en bas pour se terminer presque immédiatement dans le bord inférieur; ceux qui sont situés immédiatement au-dessus d'eux prennent la même direction pour aller rejoindre la zone inférieure un peu plus en dehors. Il en est ainsi pour tous les faisceaux de fibrilles qui proviennent de la zone moyenne. Quand ces fibrilles sont épuisées, celles qui ont constitué la couche limitante supérieure traversent à leur tour la zone moyenne, la prolongent en dehors et se terminent comme les précédentes. Il résulte de ces faits que la zone moyenne est constituée par des fibrilles qui la parcourent de dedans en dehors en décrivant des courbes à convexité externe. Entre ces fibrilles existe une substance intermédiaire que nous allons étudier plus complètement sur des coupes dirigées dans des directions différentes.

» Sur des coupes verticales et parallèles à l'axe du limaçon passant par la protubérance de Huschke, on peut observer au niveau de cette protubérance des sections perpendiculaires à la direction des stries, tandis qu'à droite et à gauche de cette région, les sections des fibrilles sont de plus en plus obliques.

» Au niveau de l'insertion interne de la membrane sur la protubérance de Huschke, la coupe des fibrilles se présente avec l'apparence de points très rapprochés les uns des autres; puis, au fur et à mesure que les sections portent sur des parties plus éloignées de la protubérance de Huschke, ces points laissent entre eux des espaces minces d'abord, mais qui augmentent progressivement d'étendue. Il se forme ainsi un réseau constitué par des cloisons très minces dont les points de jonction sont signalés par des épaississements plus foncés. A de forts grossissements, on s'assure qu'à chacun de ces épaississements nodaux du réticulum correspond une des fibrilles que nous avons précédemment décrites. Cette apparence réticulée constatée sur des coupes de la membrane de Corti est due à la réunion des lignes limitantes de ces cloisons qui sont constituées par ce que nous avons appelé plus haut *la substance intermédiaire elle-même*.

» Comme les fibrilles apparaissent par transparence étagées sur plusieurs plans, elles donnent dans ces conditions à la membrane un aspect plus ou moins finement strié.

» Cette description nouvelle que nous donnons de la structure de la membrane de Corti rend compte des faits observés par M. Coÿne au niveau de la partie externe de cette membrane; elle confirme les recherches antérieures de cet anatomiste, qui portent à considérer la membrane de Corti comme une formation cuticulaire, constituée par la coalescence de cils vibratiles agglutinés, et présentant ainsi une grande analogie avec la cupule terminale des crêtes acoustiques. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur les métamorphoses de la* Cecidomyia destructor *Say, et sur le puparium ou l'enveloppe de sa larve avant la transformation en chrysalide.* Note de M. **A. Laboulbène**, présentée par M. Em. Blanchard.

« La *Cecidomyia destructor* est un insecte diptère nuisible au blé dans les deux mondes. Aux États-Unis d'Amérique, où elle est très redoutée, elle est connue sous le nom de *Mouche de Hesse* (Hessian-Fly), parce qu'on l'a supposée venue avec la paille apportée par les troupes de Hesse, à la solde de l'Angleterre pendant la guerre de l'Indépendance, ce qui n'est pas démontré. En France, la Cécidomyie destructive a été signalée seulement en Languedoc, dans diverses contrées de l'Isère, de l'Aveyron, de Seine-et-Marne, de l'Aube. Ses ravages sont constatés actuellement d'une ma-

nière indéniable et fâcheuse dans la région du Nord-Ouest, principalement dans le bocage vendéen.

» L'Insecte nuisible a deux générations par année. Vers la fin de mai et en juin, les Cécidomyies destructives se montrent à l'état parfait, adultes, pourvues d'ailes. Les femelles déposent leurs œufs sur les nervures médianes et supérieures des feuilles du blé; les larves éclosent rapidement et se rendent entre la gaine foliaire et le chaume, pour se fixer au-dessus des derniers nœuds à la base de la tige. Chaque larve, avant de se métamorphoser en nymphe, revêt une forme tout à fait spéciale : elle devient brune, luisante, allongée en ellipsoïde irrégulier ou plutôt en petite massue, plus amincie à une extrémité dirigée vers le haut de la tige, tandis que l'autre extrémité opposée est élargie, placée en bas près d'un nœud du chaume. La nymphose a lieu sous cette enveloppe. Les insectes adultes en sortent et paraissent dès la fin d'août jusqu'en octobre. Les femelles pondent leurs œufs qui éclosent avant l'hiver, et les larves s'enkystent dans leur coque brune, et résistent pendant la mauvaise saison pour éclore au printemps suivant. Quelques larves retardataires restent encore sans enveloppe au printemps.

» Plusieurs auteurs, entre autres Fitch, surtout Packard, ont comparé la larve devenue brune et luisante à la graine du lin (*Flaxseed state*) et ils l'ont désignée sous le nom de *puparium*, la regardant comme la peau durcie, rigide, pupiforme, semblable à celle qui revêt la chrysalide des Muscides. Mais, récemment, M. A. Giard a considéré cette forme spéciale comme résultant d'une sécrétion surajoutée, d'une sorte de cocon, entourant et la larve, et plus tard la nymphe incluse.

» Les larves de *Cecidomyia destructor,* sous la forme appelée *puparium,* ont $4^{mm}$ de longueur; j'en ai observé une seule atteignant $5^{mm}$. La surface extérieure est lisse, les anciens Latins auraient dit : *pumicata,* c'est-à-dire semblant être polie avec la pierre ponce. Parfois, l'extrémité postérieure, toujours renflée, n'est point dirigée suivant la ligne médiane; elle est légèrement déviée sur le côté. En ouvrant un *puparium,* on trouve sous l'enveloppe la larve libre, d'un blanc mat, offrant un état intermédiaire entre la larve proprement dite sortie de l'œuf et la nymphe précédant l'insecte adulte. La tête est rudimentaire, les antennes à peine visibles; la spatule sternale est disposée en lame étroite, fauve, appliquée contre le corps, terminée par une pointe triangulaire en avant; cette pointe seule est saillante. Les stigmates, au nombre de neuf de chaque côté, sont bien appréciables. Les lobes graisseux du corps donnent la coloration blanche, opaque. Plusieurs fois, j'ai trouvé sous le *puparium* une larve ayant dévoré l'habitant normal, cette larve parasite ayant les caractères propres aux hyménoptères et appartenant probablement au genre *Platygaster.*

» Une occasion favorable m'a permis de constater comment se constituait le *puparium*. Ayant placé, au mois de mai, des tiges de blé attaquées dans des flacons de verre mince, une larve de *Cecidomyia destructor* est venue s'appliquer contre la paroi transparente. En l'examinant fréquemment, je l'ai vue ramper, ayant le corps humide; elle s'est fixée, puis elle est devenue de plus en plus brune. Enfin, après plusieurs jours, le *puparium* apparaissait très nettement formé. Ce dernier m'avait semblé résulter d'une sécrétion extérieure, d'une membrane adventice superposée au tégument et l'entourant dans son entier, aussi l'opinion émise par M. A. Giard me paraissait-elle répondre à la réalité.

» Désireux d'arriver à la certitude, j'ai voulu connaître la composition exacte du *puparium* et savoir s'il offrait les caractères chimiques de la soie ou des enveloppes extérieures produites par plusieurs larves d'insectes. Avec les conseils de M. Armand Gautier et l'aide de M. Guinochet, j'ai employé les divers réactifs attaquant la soie et, loin de se dissoudre, le *puparium* a résisté absolument, complètement, et de la même manière que le tégument mince de la larve incluse; il a présenté les propriétés caractéristiques de la chitine. Ainsi, après un contact de plusieurs heures à froid avec une solution sirupeuse de chlorure de zinc, il n'y a pas eu trace de dissolution; il ne s'en est pas produit davantage à la suite d'une ébullition de cinq minutes liquéfiant la soie. — Une solution de potasse caustique, même après ébullition, rend seulement les *puparia* et la mince peau des larves plus transparents sans les attaquer; — l'azotate mercureux ne les colore pas en rouge, comme cela se voit pour la soie; l'acide azotique pur et froid ne donne aucun phénomène de coloration, tandis que la soie prend la teinte jaune; — une solution d'oxyde de cuivre ammoniacal ne produit même pas de gonflement, tandis que celui-ci précède la dissolution de la soie. En résumé, la substance des *puparia* est identique avec celle qui constitue les enveloppes tégumentaires des larves et elle offre les réactions de la chitine, caractérisées surtout par la résistance complète à l'action de solutions concentrées et bouillantes de chlorure de zinc et de potasse caustique.

» L'examen microscopique des *puparia*, ayant éprouvé l'action de la potasse caustique et rendus moins opaques, permet de reconnaître les reliefs ou saillies granuleuses du tégument, telles que les offrent les larves avant l'enkystement. On peut ainsi les comparer avec la peau finement grenue de la larve incluse. Je n'ai pu que très difficilement, sur le *puparium*, apercevoir les stigmates, mais je suis parvenu à leur constatation.

» En résumé, c'est par une mue avec épaississement considérable de la peau préexistante que la larve de la *Cecidomyia destructor* s'enkyste, en prenant la forme appelée *puparium*. Cette particularité remarquable permet à l'insecte de résister aux intempéries; elle est très intéressante au point de vue scientifique, mais elle rend la destruction de cet ennemi du chaume

des blés exceptionnellement difficile. Parmi les meilleurs moyens à opposer, l'alternance des cultures est un des plus efficaces. »

BOTANIQUE. — *Sur l'origine des sphères directrices.* Note de M. **Léon Guignard**, présentée par M. Duchartre.

» Depuis que j'ai signalé l'existence des sphères attractives ou directrices chez les plantes ([1]), quelques botanistes les ont aperçues dans des tissus d'origine diverse, mais d'autres ont confondu avec elles des éléments d'une nature toute différente. Cette méprise s'explique surtout par la difficulté qu'on éprouve souvent à les mettre en évidence, même pendant la division nucléaire, et à plus forte raison quand le noyau est à l'état de repos. Dans ce dernier cas, en effet, les stries radiaires qui les entourent, déjà beaucoup moins accusées pendant la division chez les plantes que chez les animaux, paraissent faire complètement défaut dans les cellules végétales.

» Parmi les zoologistes, les uns considèrent les sphères, ou plutôt leurs centrosomes, comme des organes permanents de la cellule, demeurant en dehors du noyau pendant l'état de repos; d'autres pensent, au contraire, que ces corps n'apparaissent qu'au moment de la division et qu'ils font partie intégrante du noyau lui-même, opinion adoptée notamment par M. O. Hertwig et par M. Aug. Brauer. Mais, tandis que le premier savant tend à admettre un lien génétique entre les nucléoles et les centrosomes, le second est porté à croire que ces derniers ne dérivent pas des nucléoles et conservent leur autonomie dans le noyau à l'état de repos.

» Il y a quelque temps, M. G. Karsten ([2]) a cru pouvoir conclure de ses recherches sur les sporanges du *Psilotum triquetrum* que les centrosomes proviennent des nucléoles. Selon cet observateur, quand les noyaux des cellules du tissu sporogène entrent en division et perdent leur membrane d'enveloppe, ces nucléoles sortent dans le cytoplasme ambiant, pendant que les éléments chromatiques s'orientent à l'équateur du fuseau nucléaire. Les nucléoles seraient alors au nombre de deux et viendraient se placer aux pôles du fuseau pour y former les sphères.

---

([1]) L. Guignard, *Sur l'existence des « sphères attractives » dans les cellules végétales* (*Comptes rendus*, 9 mars 1891).

([2]) G. Karsten, *Ueber Beziehungen der Nucleolen zu der Centrosomen bei Psilotum triquetrum* (*Berichte der deutsch. Bot. Gesellsch.*; séance du 29 décembre 1893).

» Quand parut ce travail, je continuais depuis un certain temps mes recherches antérieures sur les sphères directrices dans des exemples variés, afin d'envisager la question d'une façon aussi générale que possible. J'avais constaté de nouveau, dans plusieurs cas, que ces corps ne dérivent pas du noyau et se trouvent, conformément à ma conclusion première, dans le cytoplasme, où l'on parvient à les mettre en évidence pendant l'état de repos de la cellule. L'opinion de M. G. Karsten étant en opposition avec mes résultats, il était nécessaire de reprendre l'étude du *Psilotum*. Je venais de l'achever quand, tout récemment, une Note de M. J.-E. Humphrey (1) était publiée sur le même sujet.

» Dans cette Note, l'auteur combat l'opinion de M. G. Karsten et admet, aussi bien pour d'autres plantes que pour le *Psilotum*, que les sphères ne dérivent pas des nucléoles. Sur ce point essentiel, comme sur d'autres, mes recherches antérieures se trouvent entièrement confirmées.

» Il n'y aurait donc pas lieu de revenir sur la question, si le *Psilotum* ne présentait certains faits particuliers, mal décrits jusqu'ici ou mal interprétés.

» Dans le sporange très jeune, lorsque le tissu sporogène se développe pour produire les cellules mères des spores, les noyaux renferment, entre les replis de leur charpente chromatique, plusieurs nucléoles inégaux. Dans la très mince couche de cytoplasme qui recouvre les noyaux, on peut distinguer deux petites sphères accolées l'une à l'autre. Ces corps, que M. Humphrey ne paraît pas avoir aperçus dans le *Psilotum* avant la division, mais qu'il figure dans d'autres exemples, n'ont donc rien de commun avec les nucléoles encore renfermés dans le noyau intact. Après la résorption de la membrane nucléaire, les nucléoles passent ordinairement dans le cytoplasme et peuvent y persister en partie, contrairement à ce qui arrive dans la plupart des cas, jusqu'aux dernières phases de la division. On en trouve souvent un ou deux au voisinage de chacun des pôles du fuseau nucléaire, quand ce dernier a pris naissance. Tandis que le précédent observateur admet que, d'une façon très générale, les nucléoles se résorbent dès les premières phases de la division, M. Karsten affirme, au contraire, que, chez le *Psilotum*, on en voit toujours deux, et seulement deux, qui persistent et se dirigent, chacun en sens inverse, pour venir former les centrosomes aux pôles du fuseau.

» En réalité, si les nucléoles se résorbent parfois chez le *Psilotum*, presque

(1) J.-E. Humphrey, *Nucleolen und Centrosomen* (*Berichte der deutsch. Bot. Gesellsch.*; fasc. 5, 1894).

aussitôt après la disparition de la membrane nucléaire, plus souvent on les retrouve en nombre variable, soit d'un seul côté, soit ordinairement des deux côtés de la plaque nucléaire, au voisinage des pôles du fuseau. Mais ces pôles sont occupés par les sphères qui n'ont pas été aperçues par M. Karsten; les prétendus centrosomes de cet auteur, n'étant pas autre chose que des nucléoles non résorbés, ont un aspect homogène et se colorent uniformément par les réactifs appropriés, tandis que les sphères présentent, autour d'un tout petit corpuscule central, une zone beaucoup moins colorable par les mêmes réactifs que la substance nucléolaire. Outre qu'elles sont toujours difficiles à mettre en évidence par la plupart des substances colorantes, l'accumulation des nombreuses granulations cytoplasmiques autour des pôles concourt encore à les masquer. Au dernier stade de la division, tandis que les nucléoles réapparaissent dans les nouveaux noyaux, les deux sphères qui se sont formées à chacun des pôles, par bipartition de la sphère unique primitive, restent en dehors du noyau dans le cytoplasme.

» La multiplicité des nucléoles, qu'on rencontre ainsi dans les cellules du tissu sporogène en voie de formation, n'existe plus dans la plupart des cellules mères définitives parvenues à l'état adulte. Celles-ci n'ont généralement qu'un seul nucléole, et, quand elles subissent la double bipartition nucléaire destinée à donner les quatre spores, ce nucléole se résorbe ordinairement dès les premières phases de la division. Ici, par conséquent, on ne retrouverait même pas les deux prétendus centrosomes de l'un des auteurs précités.

» En résumé, le *Psilotum* rentre dans la règle générale que j'ai fait connaître chez les plantes. Les divergences d'opinion, quant à l'origine des sphères directrices, proviennent surtout de la façon spéciale dont les nucléoles se comportent pendant la division des cellules du tissu sporogène; ces nucléoles ne sont pas l'origine des centrosomes. »

BOTANIQUE. — *Les tubercules radicaux de l'Arachide* (Arachis hypogea L.). Note de M. **Henri Lecomte**, présentée par M. Duchartre.

« L'Arachide (*Arachis hypogea* L.) est une plante de la famille des Papilionacées, qui croît facilement dans tous les terrains des pays tropicaux. Bien que l'Arachide ne soit pas cultivée spécialement au Congo, on la trouve en beaucoup de points, car la facilité de sa culture convient mer-

veilleusement aux mœurs indolentes des indigènes; le fruit grillé constitue d'ailleurs pour eux un objet d'alimentation fort recherché.

» Eriksson (¹) déclare que l'*Arachis hypogea* est la seule espèce de la famille des Papilionacées ne possédant pas de tubercules radicaux. Mais Poiteau (²) les avait déjà figurés, en 1852, dans une Note rappelant des souvenirs de voyage datant de plus de cinquante années.

» A l'encontre de l'affirmation d'Eriksson, nous pouvons déclarer que l'Arachide porte sur ses racines des tubercules radicaux; dans un sol un peu argileux du territoire de Mayomba (Congo français), nous avons vu des racines qui en étaient littéralement couvertes. Ces tubercules appartiennent à la forme sphérique; la plupart sont simples; mais quelques-uns, se trouvant pressés les uns contre les autres, paraissent simples à la base et divisés au sommet; beaucoup atteignent 1 millimètre et demi à 2 millimètres de diamètre.

» Sur une section perpendiculaire à l'axe, chacun de ces tubercules se montre formé de deux couches bien distinctes : l'une extérieure, formée de huit à dix assises de cellules pauvres en contenu et étendues tangentiellement; l'autre interne, constituée par un parenchyme à cellules ovoïdes et à membranes très minces. C'est dans la couche extérieure que se trouve localisé le système vasculaire, formé de petits cylindres courant dans le parenchyme parallèlement à l'axe de l'organe. Chacun de ces cylindres se montre formé d'un endoderme très net, recouvrant un péricycle constitué par des cellules cloisonnées tangentiellement et formant plusieurs assises. En dedans de ce péricycle, on voit un faisceau de bois, dont l'extrémité interne est comme englobée par un croissant de liber.

» Cette structure est identique à celle que nous avons rencontrée autrefois chez les tubercules portés par les tiges rampantes de *Trifolium repens* (³); elle diffère assez notablement de celle qui a été décrite par MM. Van Tieghem et Douliot (⁴). Le parenchyme central possède de nombreuses cellules à contenu spécial, signalées dans tous les autres tubercules radicaux; on y rencontre les formations protoplasmiques appelées *bactéroïdes* et des filaments mycéliens passant d'une cellule à l'autre.

» Il ne nous a pas été possible, on le comprendra facilement, de nous

---

(¹) ERIKSSON, *Studier öfwer Leguminosernas rotknölar* (Lund, 1874).

(²) POITEAU, *Note sur l'*Arachis hypogea (*Ann. des Sciences naturelles,* 3e série, t. XIX; 1853).

(³) LECOMTE, *Bull. de la Soc. bot.*, t. XXXV, p. 109; 1888.

(⁴) VAN TIEGHEM et DOULIOT, *Origine, structure et nature morphologique des tubercules radicaux des Légumineuses* (*Bull. Soc. bot.*, t. XXXV, p. 109; 1888).

assurer expérimentalement, sur place, de la fixation de l'azote atmosphérique par ces tubercules; mais, s'il manque une preuve directe, on peut cependant rechercher, dans des faits d'observation, une confirmation indirecte. Dans une étude de la graine d'Arachide, due à M. Godfrin [1], nous trouvons les lignes suivantes :

» La réserve figurée des tubercules (d'Arachide) se compose de grains d'amidon et de grains d'aleurone, séparés de la couche pariétale de protoplasme et libres dans la cavité cellulaire.....

» Les grains d'aleurone se montrent en beaucoup plus grand nombre que les grains d'amidon; on peut donner une idée assez exacte de leur proportion en disant que, sur une coupe optique, on compte environ douze à quinze grains d'amidon, les grains d'aleurone se trouvant en nombre incommensurable.

» Ainsi donc la graine d'Arachide contient une riche réserve d'azote, sous forme de grains d'aleurone; il y a là bien certainement une relation étroite entre la quantité d'azote en réserve et le nombre si considérable des tubercules portés par les racines. Les physiologistes se chargeront sans doute de démontrer expérimentalement la fixation de l'azote atmosphérique par l'Arachide. Pour notre part, nous avons pensé que l'Arachide ne pouvait se comporter autrement que les Légumineuses pourvues de tubercules identiques, et que la culture de cette plante se trouverait naturellement à sa place dans les plantations qui appauvrissent le sol en azote, quand la nature même de ces plantations rend les assolements impossibles et que les engrais d'origine organisée font défaut. Nous avons donc recommandé, aux planteurs de café de la côte occidentale d'Afrique, de semer l'Arachide entre les plantes de Caféier et de Cacaoyer, et d'enfouir la plante au moment de la floraison. Cette pratique permettra sans doute de restituer au sol les quantités énormes d'azote que lui enlèvent des récoltes successives. On pourra connaître dans quelques années les résultats des expériences instituées. »

VITICULTURE. — *Influence de la distribution de l'humidité dans le sol sur le développement de la chlorose de la vigne en sol calcaire.* Note de MM. F. Houdaille et M. Mazade, présentée par M. Mascart.

« L'intensité variable du développement de la chlorose sur les vignes cultivées en sols calcaires est liée à plusieurs facteurs distincts, tels que la

(1) Godfrin, *Recherches sur l'Anatomie comparée des cotylédons et de l'albumen* (*Ann. sc. nat.*, 6e série, t. XIX, p. 32; 1884).

teneur du sol en calcaire, l'état de division du calcaire, l'humidité du sol.

» L'étude d'un certain nombre de vignobles du département de l'Hérault dans lesquels la chlorose s'est manifestée brusquement à divers degrés, à la suite des pluies du mois de mai 1894, nous a montré que, toutes choses égales d'ailleurs, les manifestations de la chlorose sur un même cépage n'étaient pas directement liées à la teneur en humidité du sol, évaluée sous la forme où elle est généralement examinée dans les analyses physiques ou mécaniques des sols.

» Nous proposons de substituer, à la détermination de l'humidité du sol exprimée en grammes pour $100^{gr}$ du sol humide, l'évaluation du *rapport de la quantité d'eau, exprimée en grammes, contenue dans* $100^{cc}$ *du sol au volume de l'espace vide, exprimé en centimètres cubes, contenu dans* $100^{cc}$ *du sol en place, tassé naturellement.* Ce dernier rapport exprime plus exactement l'état de saturation du sol par les eaux pluviales; il est, par suite, lié plus directement au pouvoir chlorosant des sols calcaires.

» Pour obtenir les deux termes de ce rapport :

» 1° On prélève à l'aide d'une sonde spéciale un volume déterminé du sol; on dose l'humidité dans le volume ainsi prélevé et l'on en déduit le *poids d'eau en grammes pour* $100^{cc} = P$;

» 2° En divisant le poids de la terre sèche de l'échantillon par son volume initial à l'état humide, on obtient, en admettant que le sol tassé naturellement ne subit ni dilatation, ni contraction du fait de l'introduction d'une quantité variable d'humidité, la *densité brute* $\delta$ du sol;

» 3° Si D est d'autre part la densité réelle des particules constitutives du sol, la proportion de l'espace vide dans l'unité de volume est exprimée par le rapport $\frac{D-\delta}{D}$ (¹) et le *volume de vide en centimètres cubes pour* $100^{cc}$ *du sol* sera égal à $V = 100\frac{D-\delta}{D}$.

» La densité brute $\delta$ des sols étudiés a varié dans nos déterminations depuis 0,65 jusqu'à 1,72. Pour des sols ayant reçu des tranches d'eau pluviales sensiblement égales et à une même date, mais possédant une perméabilité et une structure différentes, le poids d'eau pour $100^{gr}$ a varié à $0^{m},50$ de profondeur de $8^{gr},60$ à $24^{gr},34$, le poids d'eau en grammes pour $100^{cc}$ de $16^{gr},1$ à $35^{gr},6$, le volume de l'espace vide pour 100 volumes du sol de 35,1 à 75,5 et enfin le rapport $\frac{P}{V}$ exprimant la saturation du sol par les eaux pluviales de 0,370 à 0,880.

(¹) Houdaille et Semichon, *Recherches sur la perméabilité et l'état de division des sols;* 1893.

» Nous rapporterons ici deux exemples de comparaison du pouvoir chlorosant des sols calcaires, basée sur ces déterminations de la distribution de l'humidité par la méthode que nous venons de proposer : ils montreront l'utilité que présente la substitution de l'évaluation du rapport $\frac{P}{V}$ à la mesure ordinaire du taux d'humidité dont on s'est contenté jusqu'à ce jour.

INFLUENCE DE LA DISTRIBUTION DE L'HUMIDITÉ DU SOL SUR SON POUVOIR CHLOROSANT.

| Profondeur de la prise d'échantillon. | Teneur du sol en calcaire pour 100. | Vitesse d'attaque du sol calcaire (1). | Poids d'eau pour 100gr. | Densité brute. | Poids d'eau pour 100cc. | Espace vide pour 100 volumes. | Rapport $\frac{P}{V}$. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I. *Terre de Montferrier dérivant d'un tuf quaternaire, propriété R. Sijas. Greffes d'*Aramon *sur* Rupestris *du Lot vertes et vigoureuses.* | | | | | | | |
| m. 0,25 | 87,0 | 53,9 | 26,18 | 0,65 | 22,8 | 75,5 | 0,302 |
| 0,50 | 86,3 | 49,0 | 24,34 | 0,80 | 25,8 | 69,9 | 0,370 |
| II. *Terre de la plaine de Lattes. Propriété Gervais.* Rupestris *du Lot greffé, présente faible vigueur et caractères nets de chlorose.* | | | | | | | |
| 0,25 | 59,0 | 18,5 | 16,34 | 1,50 | 29,3 | 43,5 | 0,675 |
| 0,50 | 61,0 | 23,5 | 17,87 | 1,31 | 28,6 | 50,5 | 0,572 |
| III. *Vigne des collections de l'École d'Agriculture :* V. Berlandieri *nettement chlorosés en juin 1894.* | | | | | | | |
| 0,25 | 40,7 | 3,55 | 15,50 | 1,50 | 26,7 | 43,4 | 0,615 |
| 0,50 | 40,0 | 3,07 | 19,24 | 1,58 | 35,5 | 40,5 | 0,880 |
| IV. *Vigne des collections de l'École d'Agriculture :* V. Berlandieri *d'un beau vert franc et d'une bonne vigueur.* | | | | | | | |
| 0,25 | 38,8 | 2,48 | 14,36 | 1,44 | 23,2 | 45,6 | 0,510 |
| 0,50 | 38,3 | 2,51 | 14,70 | 1,48 | 25,1 | 44,1 | 0,570 |

» La comparaison des terres I et II montre que le sol I plus calcaire et contenant plus d'humidité pour 100gr est moins chlorosant que le sol II. Le rapport $\frac{P}{V}$ est moitié moindre en I qu'en II.

» Les sols III et IV sont deux parcelles contiguës d'un même lot de *V. Berlandieri*, cépage très réfractaire à la chlorose. Le taux d'humidité pour 100gr et la teneur en calcaire ne présentent rien d'excessif, mais la détermination de $\frac{P}{V}$ indique une satu-

(1) HOUDAILLE et SEMICHON, *Le calcaire et la chlorose* in *Revue de Viticulture*, 1894.

ration presque complète par les eaux pluviales chez le sol III à $0^m,50$; la saturation est bien moindre pour le sol IV à une même profondeur.

» Plusieurs autres observations analogues à celles que nous venons de rapporter démontrent l'intérêt réel qui s'attache à la détermination du rapport $\frac{P}{V}$ pour le diagnostic des sols calcaires capables de provoquer la chlorose permanente ou temporaire de la vigne. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur une perturbation magnétique.* Note de M. MOUREAUX, présentée par M. Mascart.

« Nous avons enregistré, le 20 juillet, la plus grande perturbation magnétique qui se soit produite ici depuis celle du 12 février 1892. Elle a débuté brusquement à $6^h 12^m$ du matin; vers $10^h$, la composante horizontale a commencé à baisser très rapidement; le mouvement en hausse de la composante verticale n'a commencé à s'accentuer que vers midi. Entre midi $30^m$ et $2^h$, la force magnétique a augmenté considérablement, car, contrairement à ce qu'on observe le plus souvent, les deux composantes croissaient simultanément. L'agitation s'est à peu près calmée vers $3^h$ dans la nuit, mais la composante horizontale est restée très faible toute la journée du 21. Les variations extrêmes, pendant cette perturbation, sont :

$$D = 1^\circ, \qquad H = \tfrac{1}{57}, \qquad Z = \tfrac{1}{100}.$$

» Les variations du courant tellurique, sur la ligne Est-Ouest, donnent une courbe assez semblable à celle du bifilaire; sur la ligne Nord-Sud, les différences de potentiel sont plus rapides et de plus grande amplitude; les deux galvanomètres ont à peu près la même sensibilité.

» Le début de la perturbation a été simultané sur les deux séries d'appareils.

» Les courbes magnétiques de l'observatoire de Perpignan, transmises par M. le Dr Fines, ont, comme on l'a signalé déjà, la même allure générale que celles du Parc Saint-Maur, mais les variations des deux composantes de la force y sont beaucoup moins accusées.

» Les taches solaires sont nombreuses, mais elles ne présentent rien de particulier, quant à leur étendue, ou à leur position relativement au méridien central. »

M. **Peutek Ignatz** adresse la description et la photographie d'un support destiné à l'étude des grandes lentilles de verre.

M. **Ch. Lester Léonard** adresse une série de photomicrographies relatives aux mouvements amiboïdes des corpuscules blancs du sang.

La séance est levée à 4 heures un quart.

M. B.

---

## *ERRATA.*

### (Séance du 2 juillet 1894.)

Page 112, ligne 2, le nom de l'auteur est **Papavasilion**.
Même page, ligne 17, *au lieu de* 27, *lisez* 97.
Même page, ligne 23, *au lieu de* 20, *lisez* 90.
Page 113, ligne 24, *au lieu de* $2^h 21^m 6^s$, *lisez* $9^h 21^m 6^s$.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

---

### SÉANCE DU LUNDI 30 JUILLET 1894,

PRÉSIDENCE DE M. LŒWY.

---

### MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie que le tome CXVII des *Comptes rendus* est en distribution au Secrétariat.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Conditions propres à faire varier la production et la perception des souffles dans les tuyaux qui sont le siège d'un écoulement d'air;* par M. **A. Chauveau**.

« L'explication des bruits engendrés dans l'appareil respiratoire par l'écoulement de l'air repose nécessairement sur les principes que j'ai exposés dans mes Notes précédentes (*Comptes rendus*, 2 et 16 juillet). Il convient de compléter cette exposition de principes par quelques renseigne-

ments supplémentaires, qui ne sont pas inutiles à l'édification de la théorie de l'auscultation.

» *Sur les souffles étrangers aux vibrations des veines fluides formées par l'écoulement de l'air.* — D'après les faits que j'ai fait connaître, l'air en écoulement dans les tuyaux de section uniforme et du diamètre moyen des canaux respiratoires, avec la vitesse communément imprimée à ce fluide par les mouvements du soufflet thoracique, ne trouve pas, sur son trajet, les conditions de production de vibrations propres à engendrer des bruits nettement perceptibles à l'oreille nue ou armée du stéthoscope. Cet air est pourtant en état de détente continuelle depuis son entrée dans le tuyau jusqu'à sa sortie. J'ai longtemps résisté à l'idée d'admettre que ce mouvement moléculaire incessant est inapte à produire des sons quelconques. Il a fallu pourtant me rendre à l'évidence. Les tentatives multipliées auxquelles je me suis livré pour obtenir, de l'écoulement de l'air, un son propre, n'ont abouti qu'au résultat suivant : à savoir que, dans les tuyaux de diamètre parfaitement uniforme, la veine fluide extérieure étant mise à part, la disposition du pourtour des orifices terminaux est seule capable de constituer, *par elle-même,* une cause de vibrations et de souffles. Et encore cette influence ne se fait-elle sentir qu'à l'orifice d'entrée lorsque le bord circulaire en est net et tranchant.

» J'ai déjà parlé de cette cause bien connue de souffle. Intervient-elle, dans l'appareil respiratoire, à l'entrée de l'air dans les branches de ramification de l'arbre bronchique? En se brisant sur les éperons qui existent à l'origine de ces branches, l'air ne se trouve-t-il pas dans les conditions voulues pour vibrer et produire des murmures? Il y a des expériences de Physiologie, *in animâ vili,* qui se prononcent en faveur de la négative. Mais ce ne sont pas des expériences de cette sorte qu'il convient d'invoquer pour le moment.

» Dans le but de me renseigner à l'aide d'expériences de physique pure, j'ai cherché quel degré d'émoussement il est nécessaire de donner au pourtour des ajutages ajoutés au tuyau de l'appareil employé dans mes recherches, pour rendre ces ajutages incapables de faire vibrer l'air, quand celui-ci s'y engage. Or, j'ai constaté qu'on supprime la production de tout bruit à l'entrée de l'air dans le tuyau avec un émoussement en biseau arrondi, déterminant un évasement d'un quart de millimètre de longueur et augmentant d'un demi-millimètre le diamètre de l'orifice.

» Parmi les combinaisons instrumentales qui se prêtent à cette dé-

monstration, je citerai celles qui permettent le changement instantané de la disposition de l'orifice percé au centre du disque terminal de l'ajutage; il en résulte le changement, également instantané, d'un écoulement soufflant en écoulement aphone, et *vice versâ*. Il suffit, pour cela, d'un disque mobile, porté sur une virole, dans laquelle l'ajutage à bord tranchant peut être retiré et d'où on le fait saillir à volonté. Mais cette substitution, pratiquée à l'orifice de sortie, ne paraît pas exercer d'influence sur la production du souffle des veines fluides extérieures.

» Du reste, même avec l'ajutage à bord tranchant, il est possible de rendre silencieuse l'entrée de l'air dans les tuyaux, si la vitesse de l'écoulement est suffisamment ralentie. Or, avec celle qui existe habituellement dans le système respiratoire, les éperons bronchiques, fussent-ils moins émoussés encore qu'ils ne le sont, n'en seraient pas moins à peu près complètement dépourvus de la propriété de faire vibrer la colonne d'air qui se distribue dans le poumon. On s'explique donc que ces éperons ne concourent pas d'une manière sensible à la production des murmures entendus dans l'arbre respiratoire.

» *Influence de la matière qui compose les parois des tuyaux sur les souffles engendrés par l'écoulement de l'air.* — Les tuyaux dans lesquels s'opère un écoulement d'air peuvent avoir des parois molles et élastiques (caoutchouc) ou des parois rigides (métal, verre). Cette différence influe-t-elle sur la production et la transmission des bruits de souffles? Les expériences comparatives que j'ai faites, en très grand nombre, m'ont appris que cette influence est à peu près nulle.

» Ainsi, les veines fluides soufflantes *extérieures*, pour ne citer que celles-là, se produisent et se comportent toujours de la même manière que le tuyau d'où elles s'écoulent soit en métal, en verre ou en caoutchouc, et, dans ce dernier cas, que l'air s'échappe du tuyau lui-même ou d'un ajutage métallique additionnel à contour vif ou émoussé. Il ne m'a pas paru, d'un autre côté, que la transmission *intérieure* des souffles engendrés par les veines fluides *extérieures* fût influencée sensiblement par la nature des parois du tuyau.

» Mais il n'en va plus de même quand on pratique l'auscultation *extérieure* du tuyau, au lieu de l'auscultation *intérieure*. La transmission des souffles aux parois élastiques est assez facile, impossible aux parois rigides. Pour la constatation de cette différence, j'ai employé divers appareils dits *stéthoscopiques*. Je me bornerai à indiquer le dispositif qui m'a donné les meilleurs résultats.

» Le plus sûr moyen d'ausculter les tuyaux, sans s'exposer à les déformer lorsqu'ils ont des parois molles et élastiques, consiste à employer une sorte de stéthoscope annulaire embrassant le tuyau à ausculter. Cet appareil est mobile et peut glisser d'une extrémité à l'autre de ce dernier. Dans sa partie moyenne, l'appareil est renflé et forme une sorte de caisse circulaire entre sa face interne et la face externe du tuyau. Cette caisse donne naissance à un branchement latéral, qui se continue avec le tube et l'embout auscultateurs ordinaires.

» Voici maintenant comment est disposé l'appareil à ausculter.

» On prend un tuyau, d'une longueur de $8^{m}$, divisé en quatre parties égales qui sont pourvues chacune d'un stéthoscope. Deux de ces parties ont des parois en caoutchouc, les deux autres en métal. Elles alternent dans l'ordre suivant, du réservoir moteur à l'extrémité libre : caoutchouc, laiton. Un fort courant d'air est établi dans le tuyau ainsi constitué, de manière qu'en auscultant à l'origine, près du réservoir, on entende nettement un bruit de souffle, à travers la paroi de caoutchouc. Alors, on passe à la deuxième partie du tuyau (métal) : tout bruit de souffle a disparu. Puis on ausculte la troisième partie (caoutchouc) : réapparition du souffle. Enfin on arrive au stéthoscope de la quatrième partie (métal); il est partout impossible d'entendre le bruit de souffle, même très près de l'orifice de sortie, au siège de la production de la veine fluide, qui est la cause du bruit.

» J'aurai à signaler plus tard une opposition de sens contraire, qui se manifeste avec les bruits engendrés par les écoulements de liquides.

» Actuellement il y a à tirer des faits que je viens de faire connaître deux enseignements principaux :

» 1° Toutes les matières ne sont pas aptes à la propagation pariétale des souffles résultant de l'écoulement de l'air dans les tuyaux. Les parois rigides (métal, verre) sont absolument dépourvues de cette aptitude.

» 2° Cette propagation pariétale n'est pas directe. Elle s'opère de l'intérieur à l'extérieur. C'est l'air en circulation dans le tuyau qui en est l'agent.

» *Résumé général.* — 1° Dans les tuyaux de section uniforme, où l'air circule avec la vitesse maxima dont il est animé dans l'appareil respiratoire, il n'y a de vibrations capables de produire un souffle qu'aux orifices d'entrée et de sortie.

» 2° Entre le point d'entrée et le point de sortie, l'air paraît se déplacer *en masse*, sans vibrer, tout au moins sans produire de vibrations capables de donner naissance à des bruits nettement perceptibles à l'oreille.

» 3° Un ralentissement suffisant de l'écoulement fait disparaître jusqu'au moindre des murmures qui se produisent à l'orifice d'entrée. Une accentuation du ralentissement supprime aussi les souffles de l'orifice de sortie.

» 4° L'orifice d'entrée peut être privé de toute aptitude à produire des souffles, même dans le cas d'écoulement rapide, si un émoussement des bords évase tant soit peu l'orifice.

» 5° Cet émoussement semble sans influence sur les souffles qui prennent naissance aux orifices de sortie.

» 6° Les orifices de sortie s'ouvrant à l'extérieur, ou ceux que constituent les points d'abouchement des tuyaux avec des dilatations absolues ou relatives de ces tuyaux, sont tous également aptes à produire les veines fluides vibrantes. Mais, dans le dernier cas, les bruits de souffles de ces veines fluides peuvent être plus ou moins modifiés dans leur timbre et leur intensité par l'aptitude des dilatations à jouer le rôle de caisses de résonance.

» 7° Tous les bruits entendus en dehors des lieux propres à la formation de ces veines soufflantes ne sont que des bruits transmis.

» 8° Malgré leur faible intensité, les souffles des veines fluides peuvent, en effet, se propager à de très grandes distances, *à l'intérieur* des tuyaux.

» 9° Ils se transmettent aussi de l'*intérieur à l'extérieur,* c'est-à-dire aux parois du système d'écoulement, si ces parois sont molles et élastiques.

» Cette transmission par l'air enveloppé aux parois enveloppantes est impossible, quand celles-ci sont formées d'une matière dure et rigide, métal ou verre.

» *Applications physiologiques.* — 1° L'ensemble des propositions qui précèdent est en parfaite concordance avec les résultats des expériences physiologiques proprement dites, particulièrement avec celles que j'ai instituées autrefois avec M. le professeur Boudet, pour établir le mécanisme des bruits respiratoires sur la théorie de la veine fluide.

» 2° Ainsi, les bruits respiratoires physiologiques ne peuvent s'expliquer que par les veines fluides que produit l'écoulement de l'air : *pendant l'inspiration,* en pénétrant dans les *acini* pulmonaires et en traversant la glotte, ainsi que les orifices intérieurs et extérieurs des cavités nasales; *pendant l'expiration,* en passant en sens inverse, à travers ces trois derniers points, relativement étroits, de la canalisation respiratoire.

» C'est la glotte, d'une part, le point d'abouchement des bronchioles terminales avec les *acini* pulmonaires, d'autre part, qui réunissent les con-

ditions les plus favorables à la production des veines fluides soufflantes ou murmurantes (souffles laryngiens, murmure vésiculaire).

» 3° Les bruits glottiques sont surtout perçus par l'auscultation *extérieure* de la région antérieure du cou, de même que par l'auscultation *intérieure* du pharynx et celle du tube trachéal : l'une et l'autre faciles, celle-ci chez les animaux, à l'aide d'une ponction simple avec un trocart; celle-là chez l'homme, par la voie nasale.

» L'auscultation *extérieure* du poumon, à travers les parois du thorax, fait entendre surtout le bruit vésiculaire.

» 4° La transmission de ce dernier à la partie supérieure de l'arbre respiratoire, ou des bruits glottiques à la région pulmonaire, est rendue difficile, souvent même impossible, par l'étroitesse des bronchioles terminales, étroitesse qui donne au tissu pulmonaire sain les qualités d'une matière spongieuse mauvaise conductrice du son. »

GÉOLOGIE. — *Sur certaines des dernières phases géologiques et climatériques du sol barbaresque.* Note de M. A. POMEL.

« La croyance à une mer saharienne quaternaire ne repose plus que sur une conception imaginaire, depuis qu'il a été démontré, par l'observation directe et positive, que la mer n'a pris aucune part dans la formation des sédiments qui remplissent les dépressions du Sahara, et qu'aucun débris de faune franchement marine n'y a été rencontré. Au contraire, partout où ces sédiments se sont montrés fossilifères, on n'y a reconnu que des organismes d'eau douce ou d'eau saumâtre, ou d'origine continentale.

» J'ai, le premier, opposé ces faits positifs, constatés dans le Sahara algérien, aux partisans idéalistes de la reconstitution d'une mer saharienne, qui n'avait pas existé. L'ingénieur des Mines Fuchs l'a reconnu sans hésitation possible, dans son exploration du seuil de Gabès. Ce qui constitue cet isthme prétendu est un puissant atterrissement, d'origine purement continentale. Il a fallu des surfaces continentales considérables pour permettre l'alluvionnement des éléments détritiques ayant constitué ces dépôts, et un régime météorique excessif pour leur transport et leur dispersion. L'immensité des dépôts, non seulement au Sahara, mais aussi dans le Tell, témoigne de l'intensité et de la généralité du régime alluvionnaire. Nous ne pouvons en fixer la durée, mais on peut l'estimer très longue par les résultats produits.

» Or, à cette phase de sursaturation hygrométrique, en a succédé une autre d'une extrême sécheresse, également généralisée sur une grande partie de la côte barbaresque, depuis la Tripolitaine, au moins, jusqu'au rivage même de la côte atlantique. Toute la surface des dépôts alluvionnaires et de ruissellement s'est recouverte d'une croûte travertineuse, qui lui a formé une sorte de carapace d'une épaisseur variable de quelques décimètres à quelques mètres. Très dure à la surface et rocheuse, elle devient progressivement plus tendre et plus tuffaire dans son intérieur, et passe à son *substratum* sans que rien prenne l'apparence d'une stratification.

» Cette croûte se comporte comme si elle résultait de l'assèchement d'eau d'imbibition, plus ou moins riche en solutions minérales, appelée à la surface par son évaporation même successive, et y laissant par efflorescence ses résidus minéraux qui se concrétionnent de plus en plus sur les parties exposées. Il est certain qu'un pareil phénomène n'a pu se produire que sous l'action d'un climat sec excessif, que n'a pas atténué l'influence contraire du climat atlantique, puisque la région de Mogador est une de celles où il s'est produit avec le plus d'intensité. Cet encroûtement des surfaces exposées n'est pas spécial aux anciens atterrissements quaternaires; il s'est aussi produit sur d'autres terrains de structure analogue plus anciens; mais il est rudimentaire lorsqu'il existe sur les formations plus récentes, ce qui peut confirmer la spécialité et la généralité du phénomène.

» Nous ne pouvons que faire des hypothèses sur la durée de cette singulière phase climatérique en Barbarie. Elle a pris fin plus ou moins brusquement, lors de l'immersion d'une longue bande, qui a fait, et fait presque encore, le littoral de la mer. Celle-ci y a déposé ses sédiments bien stratifiés, formés de vases, de sables et de galets, sous une nappe peu profonde. Ces formations reposent le plus souvent sur la carapace qui indique leur âge. Les organismes marins qu'on y trouve sont ces mêmes espèces que nourrit encore la mer voisine; mais il y en a quelques autres qui ont au moins émigré, telles que *Tugonia, Strombus, Conus, Nassa*, etc., ce qui prouve que cette phase d'envahissement par la mer est relativement assez ancienne.

» Les sédiments accumulés sous ce rivage nouveau n'ont jamais eu qu'une faible puissance, depuis quelques décimètres jusqu'à quelques mètres, une trentaine au plus. Après cette phase, dont la durée ne peut être estimée que par le temps nécessaire à la pullulation des organismes

qui s'y sont accumulés quelquefois en immense quantité (bancs épais de plusieurs mètres, par exemple, de *Pectunculus violacescens*), une nouvelle phase s'est produite avec l'émersion de ces dépôts maritimes sous forme de plages ou de bancs coquilliers, quelquefois restés encore à fleur d'eau, rarement soulevés au-dessus d'une trentaine de mètres d'altitude.

» Toutes ces plages émergées ne sont pas restées continues le long du rivage barbaresque; mais elles y forment une chaîne qui se déroule de nos jours depuis Zarsis jusqu'à l'ouest de Tanger, venant ainsi affirmer l'existence du détroit de Gibraltar à cette phase de l'époque quaternaire.

» Cette phase d'émersion ne paraît pas avoir été suivie d'un retour de la phase de sécheresse, car l'encroûtement ne s'est pas produit sur ces nouveaux sédiments marins, ni sur les dépôts limoneux récents des grandes plaines, qui marquent l'instauration d'une autre phase de grandes pluies et d'un climat approprié aux Rhinocéros, aux Éléphants et à l'Hippopotame, pendant laquelle les dernières dépressions des grandes plaines ont de nouveau été envahies par les eaux météoriques.

» Puis enfin s'est produite une nouvelle phase de sécheresse relative, pendant laquelle l'alimentation des bassins lacustres n'a pu compenser leur évaporation, dont les eaux, de plus en plus condensées, n'ont pas pu conserver leur faune de mélanies, de mélanpsides et de cardium, et enfin, se desséchant plus ou moins complètement, se sont transformées en chotts et sebkas. La Berbérie paraît être encore sous le régime de cette dernière phase, ou tendre à peine à en sortir depuis les temps historiques. En tout cas, dès lors, les changements climatériques paraissent s'être produits avec lenteur et probablement par alternances ménagées.

» Nous n'avons malheureusement que peu de documents nous permettant d'établir des concordances entre ces phases quaternaires et celles de l'Europe. Nous savons seulement que les Vertébrés fossiles trouvés dans les sédiments alluvionnaires ou limoneux de la phase la plus ancienne appartiennent à l'*Elephas meridionalis* et à l'*Equus Stenonis*, dont certains auteurs font une troisième faune pliocène, dont d'autres font un étage pléistocène, et que j'ai toujours classé comme quaternaire ancien.

» Par où ces quelques représentants d'une faune archaïque ont-ils passé du continent européen au continent africain? C'est certainement bien difficile à établir. Cependant, on peut considérer que le terrain quaternaire ancien, d'origine continentale, a dû primitivement s'étendre au large dans la mer des Syrtes et se rapprocher de la Sicile, peut-être en construisant

les hauts fonds qui séparent cette île de la Tunisie. C'est donc par là qu'avant l'immersion, nous avons des raisons de croire que ces anciens animaux ont pu nous arriver de l'Italie, leur vrai pays d'origine.

» La formation des plages émergées contient un autre Éléphant, assez fréquent, trouvé également en Sicile. Malheureusement, nous ignorons à quoi il correspond chronologiquement sur le continent européen : nous ne pouvons donc en tirer aucun renseignement. On y trouve aussi un Rhinocéros qui, lorsqu'il sera plus complètement connu, pourra éclairer cette question.

» Au point de vue géologique, nous pouvons résumer ainsi les observations précédentes :

» 1° Les premiers temps quaternaires en Berbérie ont été marqués par le développement maximum du régime des grandes nappes d'eau douce et des formations alluvionnaires;

» 2° Un encroûtement travertineux, sous l'action d'une extrême sécheresse, a produit une carapace peu épaisse, mais générale, à la surface des atterrissements alluvionnaires, depuis le rivage atlantique jusqu'à celui des Syrtes;

» 3° Une immersion de cette zone encroûtée, le long du rivage actuel, a dû mettre un terme à cette phase de sécheresse.

» 4° L'émersion de cette même zone a produit une longue et étroite bande de plages marines, depuis Zarzis jusqu'au delà de Tanger, attestant à cette époque l'existence du détroit de Gibraltar.

» Au point de vue climatérique, on peut faire les remarques suivantes :

» 1° La phase la plus ancienne a été marquée par un régime pluviométrique excessif.

» 2° Cette phase a été suivie d'une autre à régime sec excessif.

» 3° Une submersion partielle de la côte a mis fin à ces phases de climat excessif.

» 4° Après l'émersion de la même zone et la production du cordon de plages marines, il y a eu une phase transitoire, d'abord encore assez humide pour remplir encore les dépressions sahariennes.

» 5° Puis, le climat est allé sans cesse, ou par alternatives, en se détériorant, finissant par ne plus compenser l'évaporation par les chutes pluviales, pour transformer enfin les cuvettes d'eaux saumâtres à *cardium*

*edule* en véritables fonds plus ou moins desséchés et salés des chotts et sebkhas.

» 6° La reconstitution des anciens bassins ne s'est point encore opérée par une alimentation nouvelle, et le régime actuel paraît encore sous l'influence des mêmes conditions climatériques peu améliorées. »

## RAPPORTS.

ASTRONOMIE. — *Rapport sur un Mémoire de M.* Bigourdan, *intitulé* : « *Sur la mesure micrométrique des petites distances angulaires célestes, et sur un moyen de perfectionner ce genre de mesures* ».

(Commissaires : MM. Lœwy, Tisserand; Wolf, rapporteur.)

« M. Bigourdan soumet au jugement de l'Académie un nouveau mode de mesure des très petites distances angulaires, telles que distances des étoiles doubles, diamètres des planètes et des satellites, distance de deux détails sur la surface d'un astre.

» Jusqu'ici, ces mesures angulaires ont été faites, soit à l'aide de micromètres à fils, soit avec les micromètres à double image. L'emploi des fils est excellent quand il s'agit d'étoiles doubles dont les composantes sont brillantes, à peu près de même éclat, et suffisamment distantes. On peut alors aisément bissecter chaque étoile avec un des fils, et la méthode des doubles distances donne exactement l'angle cherché. Mais lorsque la distance est inférieure à une seconde d'arc, ou lorsque l'une des composantes est faible par rapport à l'autre, la mesure devient très difficile et se réduit le plus souvent à une simple estime. Aussi constate-t-on que la mesure de l'angle de position, c'est-à-dire de l'angle de la ligne passant par les deux étoiles avec le cercle de déclinaison de l'étoile principale, est beaucoup plus précise que la mesure de la distance. Si bien que J. Herschel a fondé sa méthode classique de la détermination de l'orbite apparente du compagnon autour de l'étoile double sur la seule considération des angles de position, et qu'à sa suite plusieurs astronomes, surtout parmi les Anglais, ont complètement négligé la mesure des distances.

» En recherchant la cause de cette anomalie, assez singulière au premier aspect, M. Bigourdan a reconnu qu'elle réside uniquement dans l'épaisseur des fils. Les fils d'araignée les plus fins qu'on puisse employer

ont environ 5 microns de diamètre, ce qui correspond à un angle de 1″ au foyer d'une lunette de $1^m$, et à un angle de 0″,2 au foyer d'un objectif de $5^m$. De pareils fils masquent donc complètement l'image des étoiles très faibles, de sorte que, dans le cas des très petites distances, l'erreur de superposition du fil à l'étoile est de même grandeur que la distance à mesurer. L'influence de cette épaisseur est nulle, au contraire, dans la mesure de l'angle de position, qui se fait en plaçant les deux étoiles entre deux fils parallèles.

» Cette réflexion a conduit M. Bigourdan à appliquer à la mesure des étoiles doubles un procédé semblable à celui que l'on a employé souvent pour la détermination de la position des lignes fines du spectre. La superposition d'un fil à une telle ligne la masque et en rend le pointé impossible; plusieurs observateurs ont remplacé le fil par une aiguille dont on amène la pointe sur le milieu de la ligne à repérer. Pour les étoiles doubles il fallait deux pointes. M. Bigourdan les forme en étirant, à la lampe d'émailleur, une tige pleine en verre. Il obtient ainsi deux pointes extrêmement fines, de $6^\mu$ de diamètre à peu près, supportées par des tiges coniques suffisamment rigides, qu'il fixe sur les chariots mobiles de son micromètre à la place des fils. Un système de réglage des supports, très habilement exécuté par M. Mailhat, permet d'amener ces pointes à être parallèles et à avoir même longueur. Ce réglage se fait très rapidement sur place, le micromètre étant fixé à la lunette. Dans le champ éclairé de l'instrument, les pointes apparaissent complètement noires.

» On voit que ces pointes de verre ne sont pas, en réalité, plus fines que les fils d'araignée. On pourrait aisément les amincir, mais elles exigeraient alors, pour être vues, un éclairage du champ qui ferait disparaître les faibles étoiles, et la méthode ne demande pas une telle finesse. Elle consiste, en effet, à amener les pointes en face des deux étoiles, sans les recouvrir, de telle façon que leurs prolongements aillent passer par les centres des disques fictifs. Une expérience de deux années a prouvé que, avec les pointes, on peut mesurer tous les couples dont les composantes sont séparées en vertu du pouvoir optique de l'instrument, et même ceux qui sont simplement allongés. On peut, de même, mesurer le diamètre fictif des étoiles.

» Ce n'est point à dire que l'emploi des pointes doive nécessairement donner des mesures plus exactes que celui des fils. L'opération qui consiste à prolonger par la pensée les axes de ces pointes et à les faire coïncider avec les centres des images stellaires doit, évidemment, en raison

de la largeur des extrémités de ces pointes, donner place à une équation personnelle, qui peut n'être pas la même pour deux étoiles très différentes d'éclat. Le véritable avantage du nouveau mode de pointé, c'est qu'avec lui l'observateur a conscience de ce qu'il fait, ce qui n'a plus lieu lorsqu'un fil masque l'étoile. S'il donne lieu à une équation personnelle, M. Bigourdan, qui a fait autrefois une étude très complète des causes d'erreurs dans la mesure des étoiles doubles et construit dans ce but un appareil fort ingénieux, voudra certainement soumettre son nouveau procédé à l'épreuve de l'expérience directe.

» Déjà la comparaison des mesures de distances faites par les deux procédés du micromètre à fils et du micromètre à pointes sur des couples auxquels le premier peut s'appliquer, lui a fait reconnaître que les distances mesurées aux pointes sont, en général, très légèrement plus grandes, de 0″,05, que les distances mesurées aux fils. C'est un résultat à rapprocher de celui tout semblable que Kaiser a obtenu par l'emploi du micromètre d'Airy.

» Les diamètres des planètes et de leurs satellites se déterminent aussi avec exactitude en plaçant les pointes de façon que leurs axes parallèles prolongés soient tangents aux bords opposés du disque. Avec des fils, il y aurait à tenir compte de leur épaisseur, et il ne faudrait pas croire qu'on puisse éliminer cette cause d'erreur en les mettant en contact avec le disque successivement par leurs bords extérieurs et intérieurs. Par un effet de diffraction, le disque lumineux empiète sur le fil obscur dès que la distance est très petite, et quelquefois même le fait disparaître complètement.

» Les micromètres à double image, micromètre d'Airy, prismes biréfringents, héliomètre, semblent *a priori* devoir donner les diamètres des astres beaucoup mieux que les micromètres filaires. En réalité, ils présentent d'autres inconvénients. Dans tous les cas, réduction à moitié de l'éclat du disque; avec les prismes d'Arago, achromatisme très imparfait et inégal des deux images et influence énorme d'une légère obliquité; avec l'héliomètre, pouvoir optique insuffisant et déformation des images par la diffraction; enfin, avec le micromètre d'Airy, le seul qu'on puisse appliquer à l'étude des étoiles doubles, nécessité, comme l'a démontré Kaiser, d'une étude très longue et très pénible de l'appareil pour en pouvoir obtenir des mesures absolues.

» En résumé, le procédé préconisé par M. Bigourdan facilite beaucoup la mesure des très petites distances angulaires et leur assure un degré de

précision au moins égal à celui que donne aucun des micromètres employés jusqu'ici.

» Nous ne pouvons qu'encourager l'auteur à poursuivre l'application de son procédé ingénieux, et nous demandons à l'Académie d'ordonner l'insertion du Mémoire dans le *Recueil des Savants étrangers.* »

Les conclusions de ce Rapport sont mises aux voix et adoptées.

## CORRESPONDANCE.

Le **Conseil général des Facultés de Lyon** invite l'Académie à se faire représenter à l'inauguration de la statue de Claude Bernard, qui aura lieu à Lyon le 28 octobre prochain.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces de la Correspondance, un Mémoire de M. *Malvy* « Sur les polygones réguliers (étude élémentaire) ». (Mémoire autographié.)

Depuis que Gauss a découvert la possibilité d'inscrire dans le cercle les polygones réguliers de dix-sept côtés, et, en général, ceux dont le nombre de côtés est un nombre premier de la forme $2^n + 1$, ce problème a été l'objet de divers travaux; en particulier, de la part d'Ampère et de Serret. Dans la solution nouvelle qu'il propose, M. Malvy s'est astreint à faire usage des méthodes purement géométriques.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, l' « Annuaire de l'École Polytechnique pour l'année 1894 ».

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des formes différentielles quadratiques.* Note de M. **Wladimir de Tannenberg**, présentée par M. Darboux.

« Considérons la forme quadratique à $n$ variables que l'on rencontre dans les équations de Mécanique

$$2\,\mathrm{T}\,dt^2 = \sum_i \sum_k a_{ik}\,dx_i\,dx_k.$$

La théorie de la réduction de cette forme comprend en particulier le problème suivant :

» *Trouver les conditions nécessaires et suffisantes pour que la forme* $2T\,dt^2$ *soit réductible à la suivante*

$$2T\,dt^2 = dy_1^2 + \ldots + dy_p^2 + f(dy_{p+1}, \ldots, dy_n),$$

*les coefficients de* $f$ *étant indépendants de* $y_1, \ldots, y_p$. *Effectuer la réduction dans les cas où elle est possible.*

» J'ai été conduit à la solution de ce problème de la manière suivante. Considérons le système invariant

$$(1) \qquad dx'_i - \sum_k \varphi_k^{(i)}\,dx_k = 0, \qquad \varphi_k^{(i)} = \frac{1}{2}\frac{\partial \varphi_i}{\partial x'_k}, \qquad x'_i = \frac{dx_i}{dt}$$

lié à la forme T et que j'ai déjà défini (15 mai). Les intégrales du premier degré en $x'_1, \ldots, x'_z$ de ce système ont la forme

$$I = \sum_i \frac{\partial \theta(x_1 \ldots x_n)}{\partial x_i} x'_i$$

et sont définies par le système déjà mentionné

$$(2) \qquad w_{ih} = \frac{\partial^2 \theta}{\partial x_i\,\partial x_h} + \sum_k b_{ih}^k \frac{\partial \theta}{\partial x_k} = 0.$$

» Ce système est aussi invariant, comme le montre la formule

$$(3) \qquad w_{ih} = \sum_\alpha \sum_\beta W_{\alpha\beta} \frac{\partial X_\alpha}{\partial x_i} \frac{\partial X_\beta}{\partial x_i}.$$

» De là résulte une classification des formes T : la forme T sera dite de la classe $p$, si le système (2) admet précisément $p$ solutions distinctes, $p$ pouvant d'ailleurs être nul. (On fait abstraction de la solution banale $\theta = \text{const.}$). Pour reconnaître *a priori* la classe d'une forme donnée, nous ferons usage d'un invariant particulier J, défini par

$$(4) \qquad J = \sum_i \sum_h w_{ih}\,dx_i\,\delta x_h = \sum_\alpha \sum_\beta W_{\alpha\beta}\,dX_\alpha\,\delta X_\beta.$$

» A cet effet, supposons les $dx$ et $\delta x$ définis par les systèmes *invariants*

$$\sum_h a_{ih}\,dx_h = \frac{\partial \theta}{\partial x_i}\,dt, \qquad \sum_h a_{ih}\,\delta x_h = \frac{\partial \varphi}{\partial x_i}\,\delta t,$$

où $\theta$ et $\varphi$ sont deux fonctions arbitraires des $x$. Alors J devient un paramètre différentiel du second ordre de la forme T. On trouve que

$$(5) \qquad 2J = dt.\delta t.\Delta[\Delta(\theta), \varphi].$$

» La quantité $\Delta$ désigne ici, suivant l'usage, le paramètre différentiel

$$\Delta\theta = \sum_i \sum_k \frac{A_{ik}}{D} \frac{\partial\theta}{\partial x_i} \frac{\partial\theta}{\partial x_k}.$$

» Les formules (4) et (5) vont nous permettre de caractériser la classe ($p$) de la forme T. Soit en effet ($y_1, \ldots, y_p$) un système de solutions distinctes du système (2). Pour $\theta = y_i$ l'invariant J est nul, quelle que soit la fonction $\varphi$, donc

$$\Delta(y_i) = \text{const.};$$

on en déduit

$$\Delta(y_i, y_k) = \text{const.}$$

» Il est aisé de voir qu'on peut choisir le système de solutions de manière que

$$\Delta(y_i) = 1, \qquad \Delta(y_i, y_h) = 0 \qquad i \neq k.$$

» Cela posé, considérons le système d'équations distinctes

$$S_i(f) = \Delta(y_i, f) = 0, \qquad i = 1.2, \ldots, p.$$

» Ce système admet $n - p$ intégrales distinctes $y_{p+1}, \ldots, y_n$, car

$$S_i S_k(f) - S_k S_i(f) = 0.$$

» Choisissons comme nouvelles variables les fonctions distinctes $y_1, \ldots, y_p, \ldots, y_n$, alors la forme T devient

$$(6) \qquad 2T\,dt^2 = dy_1^2 + \ldots + dy_p^2 + f(dy_{p+1}, \ldots, dy_n),$$

et comme $y'_1, \ldots, y'_p$ doivent être des intégrales du premier degré du système

$$(7) \qquad \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial y'_i}\right) - \frac{\partial T}{\partial y_i} = 0, \qquad i = 1.2, \ldots, n,$$

il en résulte

$$\frac{\partial f}{\partial y_k} = 0, \qquad k = 1.2, \ldots, p.$$

» La forme $f$ a donc ses coefficients indépendants de $y_1, \ldots, y_p$. Réci-

proquement, si la formule (6) est applicable, la forme T appartient à la classe $(p)$. Donc :

» *Pour que la forme* $2\mathrm{T}\,dt^2$ *soit réductible à la suivante*

$$(\mathrm{I}) \qquad 2\mathrm{T}\,dt^2 = dy_1^2 + \ldots + dy_p^2 + f(dy_{p+1} \ldots dy_p),$$

*où les coefficients de la forme quadratique f sont indépendants de* $y_1, \ldots, y_p$, *il faut et il suffit qu'elle soit de la classe* $(p)$, *c'est-à-dire que le système invariant* (2) *admette précisément p solutions distinctes*.

» La démonstration précédente met d'ailleurs en évidence les intégrations à effectuer pour réduire une forme T de la classe $(p)$ à la forme (I). Pour $p = n$, on retombe sur la solution que j'ai donnée dans ma dernière Communication. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégration de certains systèmes d'équations aux dérivées partielles du premier ordre impliquant plusieurs fonctions inconnues*. Note de M. **Riquier**, présentée par M. Darboux.

« Étant donné un système du premier ordre résolu par rapport à un certain nombre de dérivées, on peut, pour en disposer nettement les diverses équations, les écrire dans les cases d'un quadrillage rectangulaire dont les lignes correspondent aux variables indépendantes et les colonnes aux fonctions inconnues, en mettant l'équation qui aurait, par exemple, $\frac{du}{dx}$ pour premier membre, dans la case qui appartient à la fois à la colonne $(u)$ et à la ligne $(x)$. Cela posé, *si les cases vides du tableau résultant sont toutes situées dans une même colonne, si de plus le système considéré est complètement intégrable* [1], *son intégration se ramène à celle de systèmes complètement intégrables d'équations différentielles totales*.

» I. *Cas d'un système linéaire*. — Je supposerai, pour fixer les idées, que le système implique trois fonctions inconnues $u, v, w$ de cinq variables,

---

[1] La théorie des systèmes différentiels quelconques est réductible, dans les circonstances générales, à celle des systèmes linéaires complètement intégrables du premier ordre : c'est ce que j'ai établi dans diverses Notes communiquées à l'Académie (28 mars 1892, 27 février 1893, 24 avril 1893) et dans un Mémoire *in extenso* adressé dernièrement à M. le Secrétaire perpétuel. Le type de système différentiel qui fait l'objet de la présente Note n'est pas assujetti à être linéaire, mais il est, comme ceux dont je viens de parler, complètement intégrable et du premier ordre.

indépendantes $x, y, z, s, t$, et que toutes les cases du Tableau sont pleines, à l'exception des cases $(z)$, $(s)$, $(t)$ de la colonne $(w)$. Le système considéré est alors de la forme suivante

$$(1)\quad \begin{cases} \dfrac{du}{dx} = U_x + H_u\left(Z_x \dfrac{dw}{dz} + S_x \dfrac{dw}{ds} + T_x \dfrac{dw}{dt}\right), \\ \dfrac{dv}{dx} = V_x + H_v\left(Z_x \dfrac{dw}{dz} + S_x \dfrac{dw}{ds} + T_x \dfrac{dw}{dt}\right), \\ \dfrac{dw}{dx} = W_x + \quad Z_x \dfrac{dw}{dz} + S_x \dfrac{dw}{ds} + T_x \dfrac{dw}{dt}, \end{cases}$$

$$(2)\quad \begin{cases} \dfrac{du}{dy} = U_y + H_u\left(Z_y \dfrac{dw}{dz} + S_y \dfrac{dw}{ds} + T_y \dfrac{dw}{dt}\right), \\ \dfrac{dv}{dy} = V_y + H_v\left(Z_y \dfrac{dw}{dz} + S_y \dfrac{dw}{ds} + T_y \dfrac{dw}{dt}\right), \\ \dfrac{dw}{dy} = W_y + \quad Z_y \dfrac{dw}{dz} + S_y \dfrac{dw}{ds} + T_y \dfrac{dw}{dt}, \end{cases}$$

$$(3)\quad \begin{cases} \dfrac{du}{dz} = U_z + H_u \dfrac{dw}{dz}, \\ \dfrac{dv}{dz} = V_z + H_v \dfrac{dw}{dz}, \end{cases} \qquad (4)\quad \begin{cases} \dfrac{du}{ds} = U_s + H_u \dfrac{dw}{ds}, \\ \dfrac{dv}{ds} = V_s + H_v \dfrac{dw}{ds}, \end{cases} \qquad (5)\quad \begin{cases} \dfrac{du}{dt} = U_t + H_u \dfrac{dw}{dt}, \\ \dfrac{dv}{dt} = V_t + H_v \dfrac{dw}{dt}, \end{cases}$$

les coefficients de $x, y, z, s, t, u, v, w$ qui figurent dans les coefficients des seconds membres étant liés entre eux par certaines relations. On posera

$$U_x - U_z Z_x - U_s S_x - U_t T_x = U_x^{(1)}, \qquad U_y - U_z Z_y - U_s S_y - U_t T_y = U_y^{(1)},$$
$$V_x - V_z Z_x - V_s S_x - V_t T_x = V_x^{(1)}, \qquad V_y - V_z Z_y - V_s S_y - V_t T_y = V_y^{(1)},$$

et l'on formera les équations

$$(6)\quad \begin{cases} \dfrac{du}{dx} = U_x^{(1)} + Z_x \dfrac{du}{dz} + S_x \dfrac{du}{ds} + T_x \dfrac{du}{dt}, \\ \dfrac{dv}{dx} = V_x^{(1)} + Z_x \dfrac{dv}{dz} + S_x \dfrac{dv}{ds} + T_x \dfrac{dv}{dt}, \\ \dfrac{dw}{dx} = W_x + Z_x \dfrac{dw}{dz} + S_x \dfrac{dw}{ds} + T_x \dfrac{dw}{dt}, \end{cases}$$

$$(7)\quad \begin{cases} \dfrac{du}{dy} = U_y^{(1)} + Z_y \dfrac{du}{dz} + S_y \dfrac{du}{ds} + T_y \dfrac{du}{dt}, \\ \dfrac{dv}{dy} = V_y^{(1)} + Z_y \dfrac{dv}{dz} + S_y \dfrac{dv}{ds} + T_y \dfrac{dv}{dt}, \\ \dfrac{dw}{dy} = W_y + Z_y \dfrac{dw}{dz} + S_y \dfrac{dw}{dz} + T_y \dfrac{dw}{dt}, \end{cases}$$

qui, jointes à (3), (4) et (5), constituent un système équivalent au proposé. En désignant par $f$ une fonction inconnue de huit variables $x, y, z, s, t, u, v, w$, et par $f_1, f_2, f_3, f_4, f_5, f_6$ six intégrales particulières distinctes du système linéaire et homogène complètement intégrable

$$\frac{df}{dx} = Z_x \frac{df}{dz} + S_x \frac{df}{ds} + T_x \frac{df}{dt} - U_x^{(1)} \frac{df}{du} - V_x^{(1)} \frac{df}{dv} - W_x \frac{df}{dw},$$
$$\frac{df}{dy} = Z_y \frac{df}{dz} + S_y \frac{df}{ds} + T_y \frac{df}{dt} - U_y^{(1)} \frac{df}{du} - V_y^{(1)} \frac{df}{dv} - W_y \frac{df}{dw},$$

la solution générale du groupe [(6), (7)], considéré isolément, s'obtiendra en égalant $f_4, f_5, f_6$ à trois fonctions arbitraires de $f_1, f_2, f_3$.

» Cela étant, supposons que l'on veuille déterminer, parmi les solutions du système proposé, toutes celles où la fonction $w$ se réduit, pour $x - x_0 = y - y_0 = 0$, à $G(z, s, t)$. On conservera, à cet effet, les variables indépendantes $x, y$, et on changera les trois dernières $z, s, t$, ainsi que les fonctions inconnues $u, v, w$, en prenant à leur place pour nouvelles variables les quantités $\zeta, \sigma, \tau$, et pour nouvelles fonctions inconnues $\upsilon, \varphi, \psi$ que définissent les relations

$$(8) \qquad f_1 = \zeta, \qquad f_2 = \sigma, \qquad f_3 = \tau, \qquad f_4 = \upsilon, \qquad f_5 = \varphi, \qquad f_6 = \psi.$$

Faisant, dans ces dernières, $x = x_0$, $y = y_0$ et $w = G(z, s, t)$, on éliminera $z, s, t, u, v$ entre les formules ainsi obtenues, ce qui donnera la relation

$$(9) \qquad \Omega(\zeta, \sigma, \tau, \upsilon, \varphi, \psi) = 0.$$

Enfin on effectuera le changement de variables (8) dans les équations (3), (4) et (5) en tenant compte de la relation (9), et on tombera finalement sur un système complètement intégrable d'équations différentielles totales impliquant deux fonctions inconnues des seules variables $\zeta, \sigma, \tau$. On en formera les intégrales générales, on adjoindra à celles-ci la relation (9), et on reviendra aux anciennes variables.

» II. *Cas d'un système non linéaire.* — Je supposerai, pour fixer les idées, que le système donné $\Sigma$, composé de quatre équations, implique deux fonctions inconnues $u, v$ des trois variables indépendantes $x, y, z$, et que toutes les cases du Tableau sont pleines, à l'exception des cases $(y)$ et $(z)$ de la colonne $(v)$. Pour trouver, parmi les solutions du système $\Sigma$, toutes celles où $v$ se réduit, pour $x = x_0$, à $F(y, z)$, on procédera comme il suit : 1° on adjoindra à $\Sigma$ l'équation $\frac{dv}{dy} = \lambda\left(x, y, z, u, v, \frac{dv}{dz}\right)$, et l'on rem-

placera $\frac{dv}{dy}$ par $\lambda$ dans $\Sigma$, ce qui donnera un système $\Sigma'$ composé de cinq équations; on prendra d'ailleurs pour $\lambda$ la détermination qui rend $\Sigma'$ complètement intégrable, et qui en même temps se réduit à $\frac{dF(y,z)}{dy}$ pour $x=x_0$; 2° on adjoindra à $\Sigma'$ l'équation $\frac{dv}{dz}=\mu(x,y,z,u,v)$, et l'on remplacera $\frac{dv}{dz}$ par $\mu$ dans $\Sigma'$, ce qui donnera un système $\Sigma''$ composé de six équations : on prendra d'ailleurs pour $\mu$ la détermination qui rend $\Sigma''$ complètement intégrable et qui en même temps se réduit à $\frac{dF(y_0,z)}{dz}$ pour $x-x_0=y-y_0=0$; 3° on formera les équations intégrales générales

$$(10)\qquad \begin{cases} P(x,y,z,u,v,C,C')=0,\\ Q(x,y,z,u,v,C,C')=0,\end{cases}$$

du système $\Sigma''$, et, faisant dans ces dernières $x=x_0$, $y=y_0$, $z=z_0$, $v=F(y_0,z_0)$, on éliminera $u$ entre les deux équations résultantes; on tombera ainsi sur une relation $C'=\theta(C)$, à l'aide de laquelle on éliminera finalement $C'$ des relations (10). »

OPTIQUE. — *De l'absorption de la lumière dans les milieux isotropes et cristallisés*. Note de M. **G. Moreau**, présentée par M. Poincaré.

« Aux hypothèses de la théorie d'Helmholtz sur la dispersion anomale, j'ai substitué une hypothèse qui me semble plus logique et qui donne des équations de mouvement rendant compte des principaux phénomènes connus pour l'absorption isotrope et cristallisée (dispersion anomale, périodicité des raies d'absorption, observation de Becquerel).

» Si l'on considère un corps absorbant traversé par une onde lumineuse, les atomes d'éther qui environnent une molécule de matière la rencontrent dans leur mouvement et lui communiquent une partie de leur force vive. L'absorption provient de cette perte de force vive.

» La théorie du choc simultané de plusieurs atomes élastiques $m$, sur une grosse sphère élastique M de centre O, donne les formules suivantes : OA, OB, OC étant les trois axes principaux d'inertie des atomes $m$ placés en leurs points de contact sur M, $U_A$, $U_B$, $U_C$; $U'_A$, $U'_B$, $U'_C$ les composantes de la vitesse de M avant et après le choc, on a, suivant OA,

$$(1)\qquad M(U'_A-U_A)=\frac{2m_xM(u_x-U_A)}{M+m_x}\quad\text{ou}\quad m_x=\Sigma mx^2,\quad u_x=\frac{\Sigma mvx}{\Sigma mx^2},$$

$x, y, z$ cosinus directeurs du rayon de contact de $m$, $v$ composante de la vitesse de $m$ suivant ce rayon. La formule (1) se rapporte à un mouvement de translation, car le mouvement de rotation est négligeable si $\Sigma m$ est petit à côté de M. Appliquée à un mouvement rectiligne de l'éther, en supposant le rayon de M très petit vis-à-vis d'une longueur d'onde, elle devient

$$(2) \qquad M(U'_A - U_A) = \omega_A(V_A - U_A) \qquad \text{ou} \qquad \omega_A = \frac{2M\,\Sigma m x^2}{M + \Sigma m x^2},$$

$V_A$, $V_B$, $V_C$ vitesse de l'éther.

» Par rapport à un système d'axes fixes $Ox, y, z$, la formule sera, suivant $Ox$,

$$(3) \qquad M(U' - U) = P(u - U) + I(v - V) + q(\omega - W).$$

» Suivant $Oy$ et $Oz$, on aura deux composantes dont les coefficients forment avec les premiers un déterminant symétrique;

$$P = \alpha^2\omega_A + \alpha'^2\omega_B + \alpha''_2\omega_C, \qquad p = \alpha\beta\omega_A + \alpha'\beta'\omega_B + \alpha''\beta''\omega_C;$$

Q, R, $r$ et $q$ s'obtiendront par permutation de $\alpha, \beta, \gamma, \ldots$ cosinus directeurs des axes d'inertie.

» Les composantes de la force accélératrice, qui, agissant sur M, produira l'augmentation de quantité de mouvement $M(U' - U)$ seront

$$X, Y, Z \qquad \text{ou} \qquad X = NM(U' - U).$$

» Pour l'éther

$$X'Y'Z' \qquad \text{ou} \qquad X' = -X$$

» Le calcul des composantes X exige le calcul des sommes $\sum mx^2$. Ce calcul nécessite la connaissance de la distribution de l'éther autour du centre de M. On décrit, pour cela, une sphère de rayon 1 autour de ce centre. On considère un élément de surface $d\omega$ de centre $x, y, z$. Le nombre $n$ d'atomes de cet élément sera tel que

$$(n \times m)\,d\omega = (Ax^2 + By^2 + Cz^2 + 2Dxy + 2Eyz + 2Fzx)\,d\omega = \Phi\,d\omega.$$

L'équation $\Phi = 1$ caractérise un ellipsoïde de distribution tel que, si OP est le rayon vecteur passant par $x, y, z$, on a

$$\frac{1}{\overline{OP}^2} = n \times m.$$

» La forme de cet ellipsoïde sera donnée par les conditions de symétrie du milieu absorbant.

» On trouve facilement que, par rapport à une droite quelconque $\alpha$, $\beta$, $\gamma$ passant par O, pour un mouvement parallèle à $Ox$, on a

$$\sum mx^2 = \frac{2\pi}{15}(A + B + C + 2T), \qquad \text{où} \qquad T = \Phi(\alpha, \beta, \gamma).$$

Cette formule montre que les axes principaux d'inertie sont confondus avec les axes de l'ellipsoïde de distribution, et que, pour ces axes, on a

$$\sum mx^2 = \frac{4\pi}{15} n_1 m + \frac{2\pi}{15}(A + B + C),$$

$n_1 m$ étant le carré de l'un des demi-axes de l'ellipsoïde.

» On voit facilement que cette expression ne change pas avec l'orientation du mouvement incident de l'éther. On déduit alors

$$(4) \qquad \sum mx^2 = \frac{2\pi}{15}(3A_1 + B_1 + C_1),$$

où $\frac{1}{A_1}$, $\frac{1}{B_1}$, $\frac{1}{C_1}$ sont les carrés des demi-axes de l'ellipsoïde.

» La formule (4) donne

$$P = \varphi(A_1 + B_1 + C_1) + 2\varphi(A_1\alpha^2 + B_1\alpha'^2 + C_1\alpha''^2),$$
$$P = 2\varphi(A_1\alpha\beta + B_1\alpha'\beta' + C_1\alpha''\beta''), \qquad \text{où} \qquad \varphi = \frac{4\pi M}{15(M + \Sigma mx^2)},$$

où les $\alpha$ sont les cosinus directeurs des axes de l'ellipsoïde de distribution.

» Avec ces valeurs des coefficients P et $p$, on forme facilement les équations du mouvement de l'éther et de la matière dans tous les cas. Dans une prochaine Communication, j'indiquerai la forme de ces équations et l'explication des raies d'absorption des corps isotropes. »

CHIMIE. — *Contribution à l'étude de la structure des aciers.* Note de M. F. **Osmond.**

« La méthode de polissage en bas-relief que j'ai indiquée précédemment (séance du 9 avril) m'a fourni de nouveaux renseignements sur la structure des aciers.

» *Acier mi-dur :* C = 0,45; Si = 0,07; S = 0,016; P = 0,036; Mn = 0,35. — Si l'on chauffe ce métal à une température constante de 825°, suffisante pour que toutes les transformations du carbone et du fer pendant le chauf-

fage soient certainement accomplies, et qu'on le trempe pendant le refroidissement, à des températures décroissantes dans l'eau à 15°, la structure se modifie comme il suit.

» 1° *Trempe à* 720° (avant le commencement des transformations du fer). — Le métal est organisé en cristallites dont les éléments fibreux, plus durs à la surface qu'à l'intérieur, se disposent fréquemment en groupes parallèles aux trois côtés d'un triangle équilatéral (système cubique).

» 2° *Trempe à* 690° (pendant les transformations du fer). — La portion du fer qui était transformée avant la trempe apparaît sous la forme de lambeaux épars, creusés par le polissage. Ces lambeaux sont généralement bordés d'un constituant qui n'avait pas encore été décrit, et qui se caractérise mécaniquement par une dureté intermédiaire entre celles du fer doux et de l'acier trempé, chimiquement par sa grande oxydabilité, morphologiquement par son état amorphe.

» 3° *Trempe à* 670° (après le maximum du dégagement calorifique qui accompagne les transformations du fer). — Même structure que précédemment; seulement les lambeaux de fer doux se sont développés et rejoints de façon à former une sorte de réseau cellulaire polygonal et continu.

» 4° *Trempe à* 650° (pendant la transformation du carbone). — Le réseau de fer doux s'est encore épaissi et se résout en grains. L'aspect après polissage est à peu près celui du même acier refroidi lentement; mais l'acide azotique divise les noyaux durs en deux groupes : les uns sont analogues aux noyaux similaires du métal recuit; les autres s'attaquent assez difficilement, se colorant d'abord en jaune brun et se gravant progressivement à partir du centre.

» 5° *Trempe à* 640° (après la transformation du carbone). — La structure est très voisine de celle de l'acier recuit et refroidi lentement à partir de la même température initiale. Cette structure est d'ailleurs connue.

» Si, au lieu de faire varier la température de trempe, on fait varier la vitesse du refroidissement à partir de 720°, en prenant successivement pour bains de trempe un mélange réfrigérant, l'eau à 15°, l'eau bouillante et le plomb fondant, on obtient des résultats analogues. C'est-à-dire que le réseau de fer doux est d'autant plus développé que le refroidissement a été moins rapide. Lors même cependant qu'il n'y a pas eu trempe positive, la structure se distingue facilement de celle de l'acier recuit, par une différenciation beaucoup moins nette du fer et du carbure.

» Le revenu au bleu de l'acier trempé régénère le carbure *in sitû* dans un état de grande division et sans changer la structure acquise, mais en atténuant beaucoup, bien entendu, les différences de dureté et, par suite, la netteté des préparations. A 670°, le fer et le carbure commencent à s'individualiser, le fer se rassemblant en grains que le carbure enveloppe.

» Ces différents essais permettent de suivre la diffusion du carbone de

trempe pendant le chauffage et sa concentration pendant le refroidissement; ils précisent nos connaissances sur les relations réciproques entre les transformations de ce corps et celles du fer.

» *Acier dur :* C = 1,24; Si = 0,35; S = 0,012; P = 0,017; Mn = fortes traces. — Dans ce métal, où tous les points de transformation se réunissent en un seul à 675° pendant le refroidissement et à 705° pendant le chauffage, la diffusion du carbone de trempe se fait plus uniformément que dans les aciers de moyenne dureté et cela dans un intervalle de température plus restreint. Pour les mêmes raisons, la structure du métal trempé est plus homogène et les variations avec la température de trempe sont moins nettes. On passe plus brusquement de la trempe nulle à la trempe maximum. La trempe à 735° dans l'eau à 15° détermine déjà de fortes fissures dans une rondelle de $12^{mm}$. Il est intéressant de noter qu'à cette même température, pour une vitesse de chauffage d'environ 1° par seconde, la décomposition du carbure de fer n'est pas encore complète : les choses se passent comme si le carbone dissous opposait à la dissociation de ce carbure ce qu'on pourrait appeler une certaine pression osmotique.

» *Acier manganèse à* 12 pour 100. — On sait que ce métal, sans perdre sa dureté à l'abrasion, devient beaucoup plus malléable après trempe au rouge vif ou au blanc. Le polissage en bas-relief montre que les grains de l'alliage sont entourés, après refroidissement lent, d'une enveloppe dure et, après refroidissement brusque, d'une enveloppe douce ou nulle. De là, la différence des propriétés mécaniques : la trempe agit ici en empêchant la liquation d'un carbure dur et fragile.

» *Conclusions.* — Les faits que je viens d'énumérer n'ont pas tous reçu leur explication. L'impossibilité d'isoler pour l'analyse les divers constituants de l'acier ne permet pas de les définir tous avec une précision suffisante. Il n'en reste pas moins établi que l'étude de la structure fournit, surtout pour les aciers de moyenne dureté, qui sont les plus importants, des renseignements souvent très précis :

» 1° Sur la température maximum du chauffage,

» 2° Sur la température à laquelle on a fait la trempe,

» 3° Sur la vitesse du refroidissement.

» On peut, avec ces renseignements, indépendamment de toute interprétation théorique, reconstituer après coup et corriger en conséquence, s'il y a lieu, le traitement auquel l'acier a été soumis.

» Il est toujours utile de fixer les observations par la photographie. Les grossissements de 800 diamètres sont souvent nécessaires et généralement suffisants pour les détails. »

CHIMIE. — *Réfractomètre à cuve chauffable. Application à la mesure des corps gras.* Note de M. **Féry**, présentée par M. Schützenberger.

« De même que les autres constantes physiques, l'indice de réfraction est variable avec la température. Très faible pour les solides, cette variation est au contraire assez considérable pour les liquides; or, c'est précisément pour ces derniers que la connaissance de l'indice présente le plus d'intérêt en Chimie.

» L'eau, qui a le plus petit coefficient de température, varie encore de plus de 0,00001 par degré; Jamin donne, comme représentant le phénomène, la formule empirique

$$n_t = n_0 - 0{,}0000126t - 0{,}0000019t^2.$$

» D'autres liquides, tels que l'éther et le sulfure de carbone, varient encore plus rapidement; pour ce dernier, une augmentation de 1° diminue l'indice de près de 0,001.

» Il est donc très important, quand on veut donner des chiffres supérieurs à la troisième décimale, de disposer d'un moyen simple pour maintenir le liquide à une température bien constante.

» Pour les applications des indices à la pratique, afin de rendre les mesures comparables, on doit aussi pouvoir porter facilement le liquide à une température donnée à laquelle seront faites toutes les déterminations, et qu'on pourra maintenir aisément.

» C'est pour répondre à ces besoins que j'ai muni le réfractomètre que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie ([1]), d'un mode de chauffage que je vais décrire. (Cette disposition permettra également, pour des expériences théoriques, d'abaisser la température de la cuve au moyen d'alcool refroidi par le chlorure de méthyle, par exemple.)

» La cuve proprement dite du réfractomètre, qui est constituée, comme on sait, d'un prisme creux de petit angle, dont les faces sont formées par des prismes lenticulaires, est enfermée dans une autre cuve à faces parallèles.

» Entre les deux parois circule un liquide porté à la température convenable par un thermostat et qui, dans le cas ordinaire, sera de l'eau.

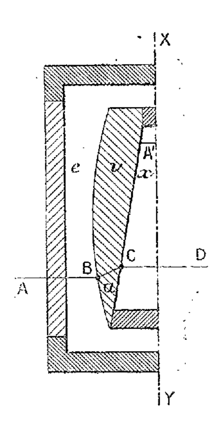
» Étudions maintenant comment agit cette cuve extérieure au point de vue de la réfraction, et voyons si sa présence ne modifie pas la proportionnalité, un des principaux avantages de l'appareil.

---

([1]) *Comptes rendus*, décembre 1891.

» Tout étant symétrique de part et d'autre du plan XY, ne considérons qu'une des moitiés de l'appareil.

» Le problème revient à étudier la marche des rayons dans trois prismes en contact et dont les faces extrêmes sont parallèles.




» Remplaçons donc la lentille au point B par son plan tangent, et étudions les déviations que subit le rayon.

» La face de la cuve de chauffage étant perpendiculaire au rayon, nous n'aurons à nous occuper de la réfraction qu'aux points C et B; en ce dernier point, la déviation sera

$$\delta = \left(\frac{e}{v} - 1\right)(\alpha - A'). \tag{1}$$

» La condition que réalise l'appareil est de ramener le rayon réfracté C parallèle à sa direction incidente AB. Il faut donc que la déviation au point C soit égale et opposée à celle qui se produit en B,

$$-\delta = \left(\frac{x}{v} - 1\right)A', \tag{2}$$

ce qui donne, en égalant (1) et (2),

$$\left(\frac{e}{v} - 1\right)(\alpha - A') = -\left(\frac{x}{v} - 1\right)A',$$

ou en simplifiant

$$x - e = \alpha\left(\frac{v - e}{A'}\right). \tag{3}$$

» Nous avions trouvé pour l'appareil ordinaire, c'est-à-dire quand les faces de la cuve plongent dans l'air,

$$x - 1 = \alpha\left(\frac{v - 1}{A'}\right). \tag{4}$$

» En ajoutant aux deux membres de (3) la quantité $(e-1)$ :

$$(x-1)=\alpha\left(\frac{v-e}{A'}\right)+(e-1). \tag{5}$$

» Cette équation, qui est celle de l'appareil à chauffage, représente encore une droite, mais qui ne passe plus par l'origine.

» L'adjonction d'une cuve extérieure conserve donc la proportionnalité à l'appareil.

» Remarquons en outre que, pour une même cuve, la sensibilité se trouve accrue par l'immersion dans le rapport des coefficients angulaires des droites (4) et (5), soit $\frac{n-1}{n-e}$, environ 3 avec les matières employées, crown et eau.

» Au point de vue construction, ceci permet d'obtenir des sensibilités considérables avec des faces lenticulaires dont le rayon de courbure n'est pas trop grand, et qui sont, par conséquent, faciles à travailler.

» Le premier appareil réalisé dans ces conditions est destiné à l'étude des huiles et des corps gras qui demandent une température assez élevée pour être fluides et transparents. Il faut de plus, que cette température soit toujours la même et facilement reproduite; enfin on a besoin, dans ce cas d'une assez grande précision, ces corps ayant des indices très rapprochés (1,46 à 1,49). Ces diverses conditions sont très bien remplies par l'appareil modifié. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la constitution du rhodinol de l'essence de Pelargonium.* Note de MM. **Ph. Barbier** et **L. Bouveault** [1], présentée par M. Friedel.

« La portion principale de l'essence de Pelargonium est un liquide incolore, un peu huileux, possédant une très forte odeur de roses, bouillant à 115°-113° sous $10^{mm}$. Sa densité à 0° est 0,8866, et elle donne, sous une épaisseur de $20^{cm}$, une déviation de $-12°28'$.

» Ce composé est un alcool, comme le montre sa transformation très facile en éther acétique. Cet acétate s'obtient aisément en chauffant à 150°-160° la solution de rhodinol dans un excès d'anhydride acétique. Il bout à 120° sous $10^{mm}$ et possède une odeur assez agréable; sa densité à 0° est

---

(1) *Voir* la Note précédente, t. CXIX, p. 281.

0,9158. En même temps que cet éther, il se fait une faible quantité d'un hydrocarbure bouillant à 60°-80° sous la même pression. Cet acétate fixe une seule molécule de brome.

» Si l'on saponifie cet éther, l'alcool régénéré a conservé le même point d'ébullition, mais son odeur s'est affaiblie en devenant beaucoup plus suave, et sa densité s'est abaissée à 0,8825. En même temps la déviation polarimétrique, sous la même épaisseur, est tombée à $-7°12'$, ce qui correspond à $\alpha_D = -4°$.

» Nous avons tenté de combiner cet alcool avec l'isocyanate de phényle afin d'obtenir une phényluréthane cristallisée et caractéristique, malheureusement l'isocyanate de phényle agit comme déshydratant, et l'on n'obtient que de la diphénylurée.

» Le rhodinol du Pelargonium est un alcool primaire, car, soumis à une oxydation ménagée, il donne à la fois une aldéhyde et un acide de même condensation en carbone. Nous avons préparé ces corps en faisant tomber un mélange chromique pouvant donner $O^2$ sur le rhodinol du Pelargonium placé dans un ballon. Il se fait une grande quantité de produits de condensation à point d'ébullition élevé, aussi les rendements en aldéhydes et en acides sont-ils peu satisfaisants.

» L'aldéhyde bout de 105° à 108°, mais il est impossible de la séparer de l'excès d'alcool qui l'accompagne toujours. Elle possède une odeur mixte de menthe et de citron. Afin de transformer ce composé en un produit facile à purifier, nous en avons fait l'oxime qui, elle, est un liquide huileux bouillant de 140° à 150°. Traitée par l'anhydride acétique, cette oxime se change en un nitrile bouillant à 112°-113° sous $11^{mm}$. Ce nitrile a pour composition $C^{10}H^{15}Az$, l'aldéhyde dont il dérive était donc bien $C^{10}H^{16}O$.

» Nous avons constaté que ce nitrile fixe une molécule de brome en solution chloroformique.

» Nous avons isolé, des produits d'oxydation du rhodinol du Pelargonium, un acide huileux à forte odeur d'acide gras bouillant à 149°-150° sous $10^{mm}$. Cet acide a pour composition $C^{10}H^{16}O^2$. Nous avons préparé et analysé son sel de baryum. Il fixe en solution chloroformique une molécule de brome.

» Une oxydation plus profonde de cet alcool donne des quantités considérables de diméthylcétone, et un acide cristallisé se présente sous la forme de fines aiguilles fusibles à 100°. Cet acide a pour composition $C^7H^{12}O^4$. Il distille sans altération au-dessus de 300° à la pression ordinaire et à 205° sous $10^{mm}$. Sa formation en même temps que celle d'acé-

tone est exprimée par l'équation $C^{10}H^{18}O + O^4 = C^3H^6O + C^7H^{12}O^4$. C'est un acide bibasique saturé; il ne fixe pas le brome. Nous avons établi sa bibasité par l'analyse des sels d'argent et de baryum; nous l'avons également transformé en anilide par simple ébullition avec l'aniline.

» Cette anilide forme de fines aiguilles incolores fondant à 206°-207°. Elle est assez soluble dans l'alcool, surtout à chaud, très peu soluble dans l'éther.

» Traité par l'anhydride acétique à l'ébullition, le nouvel acide bibasique fournit un anhydride qui est un liquide très visqueux bouillant à 180° dans le vide et répondant à la formule $C^7H^{10}O^3$.

» Cet acide n'a pas été décrit jusqu'ici, mais les diverses propriétés qu'on vient de signaler permettent de lui attribuer une constitution définie. Comme il ne se décompose pas et qu'il ne fournit pas d'anhydride sous l'influence de la chaleur, on peut en conclure qu'il n'appartient pas à la catégorie des acides maloniques substitués ni à celle des acides succiniques et glutariques substitués.

» L'acide pimélique normal s'en distingue par un point de fusion plus élevé (105°); de plus, le nouvel acide est doué de pouvoir rotatoire; $2^{gr},5$ dans $50^{cc}$ d'alcool ont fourni une déviation de $-19'$ sous $20^{cm}$ d'épaisseur, ce qui correspond à un pouvoir rotatoire $\alpha_D = -3°10'$.

» Nous nous proposons d'ailleurs de faire subir de nouvelles purifications à notre acide pour établir que le pouvoir rotatoire assez faible que nous avons trouvé n'est pas dû à une impureté; nous le comparerons également à l'acide pimélique normal sur lequel les données précises sont fort peu nombreuses.

» L'acide pimélique étant écarté, on ne peut plus hésiter qu'entre les acides $\alpha$ et $\beta$ méthyladipique; or le second est connu, il fond à 84°-85° et ne peut être confondu avec notre acide. Nous admettrons donc que nous avons entre les mains l'acide $\alpha$ méthyladipique; nous ajouterons qu'une tentative pour reproduire synthétiquement cet acide n'a pas abouti.

» Les alcools isomériques du rhodinol du Pelargonium, lémonol (géraniol), licarhodol, avec lesquels il a été jusqu'ici confondu, perdent aisément 1 molécule d'eau pour donner naissance à des terpènes $C^{10}H^{16}$. L'alcool que nous venons d'étudier s'en distingue par une conduite très différente. Le bisulfate de potassium le transforme en produits visqueux à point d'ébullition très élevé, des oxydes sans doute, et ne donne qu'une très faible quantité d'hydrocarbure qui n'a pu être encore étudié.

» L'acide chlorhydrique qui éthérifie si facilement à froid ses isomères

ne l'attaque qu'à chaud; le chlorhydrate ainsi obtenu, chauffé avec l'acétate de potassium, régénère l'acétate de rhodinol, tandis que les éthers chlorhydriques de ses isomères, traités de même, fournissent un terpène; le produit obtenu à l'aide du perchlorure de phosphore se comporte de même.

» Les expériences qui précèdent établissent que le Rhodinol de l'essence de Pelargonium est un alcool primaire répondant à la formule $C^{10}H^{18}O$, contenant une seule liaison éthylénique, ainsi que le montre l'action du brome sur son éther acétique, sur l'acide monobasique provenant de son oxydation ménagée et sur le nitrile de ce dernier; c'est donc un composé cyclique. De plus, l'existence du pouvoir rotatoire chez l'alcool et ses dérivés implique l'existence d'un atome de carbone asymétrique. La facilité avec laquelle il fournit à l'oxydation à la fois de l'acétone et de l'acide α méthyladipique nous conduit à attribuer provisoirement à ce corps la formule de constitution I.

```
            I.                                        II.
      CH³     CH³                               CH³     CH³
         \   /                                     \   /
           C                                        CO
           ||                                        +
           C                                       COOH
   CH²  /    \  CH²                          CH²  /        CH³
       |      |                                  |        |
                             + O² + H²O =
   CH² |      | CH-CH²OH                     CH² |        | CH-COOH
        \    /                                    \      /
          CH²                                       CH²
```

» Par oxydation, ce corps se change en l'acide monobasique correspondant, puis en acide bibasique et diméthylcétone. »

CHIMIE. — *Action du chlorure de thionyle (acide chlorosulfureux) sur quelques composés minéraux et organiques.* Note de M. **Ch. Moureu**, présentée par M. Friedel.

« Le chlorure de thionyle (acide chlorosulfureux) $SOCl^2$, chlorure d'acide qui correspond à l'acide sulfureux hypothétique $SO\langle{}^{OH}_{OH}$, a été, dans ces dernières années, l'objet d'un certain nombre de travaux. Avec les amines primaires, notamment, il a donné à M. Michaëlis les thionamines $SO = AzR$; en réagissant sur l'acide acétique, il produit du chlorure d'acétyle (Béhal et Auger).

» Il m'a paru intéressant de rechercher quel serait son mode d'action sur quelques composés particuliers, tant minéraux qu'organiques, renfer-

mant des groupes OH. Dans le présent travail, j'étudie l'action du chlorure de thionyle sur les acides minéraux, sur les acides oxalique et formique, et sur les aldoximes. Ainsi qu'on va le voir, le chlorure de thionyle se conduit tantôt comme agent de déshydratation, à la façon de l'anhydride acétique (aldoximes) ou même de l'acide sulfurique (acides oxalique et formique), tantôt comme agent chlorurant, à la façon des chlorures de phosphore (acides minéraux). Il fournit, en effet : 1° avec les acides minéraux, les chlorhydrines correspondantes (monochlorhydrine et pyrodichlorhydrine avec l'acide sulfurique); 2° avec les aldoximes, les produits de déshydratation immédiats ou nitriles. Quant aux acides oxalique (oxalates) et formique, ils donnent, avec le chlorure de thionyle, les mêmes produits qu'avec l'acide sulfurique; en d'autres termes, l'acide oxalique est décomposé, avec formation de gaz carbonique et d'oxyde de carbone, et l'acide formique avec production d'oxyde de carbone. Toutes ces réactions sont accompagnées d'un dégagement d'acide chlorhydrique et de gaz sulfureux à volumes égaux. (Il va sans dire que, dans le cas des oxalates, il se forme, non pas HCl, mais un chlorure métallique.)

» *Acide sulfurique.* — Je me suis servi d'acide ayant rigoureusement pour densité 1,84. Il a été préparé en redistillant, dans une cornue de platine, l'acide pur du commerce, et l'on n'a utilisé que la seconde moitié du produit distillé.

» On verse dans un ballon de l'acide sulfurique (20gr), et un excès de $SOCl^2$ (50gr). Il se dégage aussitôt $SO^2$ et HCl. La réaction, qui a lieu sans échauffement sensible, se poursuit régulièrement, jusqu'à ce que tout l'acide sulfurique ait été attaqué, ce que l'on reconnaît à la disparition de la couche inférieure.

» Le liquide est immédiatement distillé. La plus grande partie passe entre 130° et 157°. Il est impossible, même après un grand nombre de rectifications, d'obtenir un produit bouillant à point fixe. On se trouve, en effet, en présence d'un mélange de monochlorhydrine $SO^2\!\left\langle\begin{matrix}OH\\Cl\end{matrix}\right.$, bouillant à 158° et de pyrodichlorydrine $\begin{matrix}SO^2\langle Cl\\ \rangle O\\ SO^2\langle Cl\end{matrix}$, bouillant à 130°. Ce fait a été établi par une série de dosages de chlore effectués sur des portions passant à diverses températures :

| | Cl pour 100. |
|---|---|
| Portion passant à 138°-145° | 32,08 |
| » 145-150 | 32,25 |
| » 150-153 | 32,35 |
| » 153-156 | 32,66 |
| Calculé pour la monochlorhydrine | 30,47 |
| » pyrodichlorhydrine | 33,03 |

» Ces chiffres montrent qu'il s'est formé à la fois de la monochlorhydrine et de la

pyrodichlorhydrine, avec prédominance de cette dernière. Comme ces deux composés, d'ailleurs, les produits analysés fument abondamment à l'air et réagissent sur l'eau avec une grande énergie.

» Les équations suivantes rendent compte des deux réactions :

1° $$SOCl^2 + SO^4H^2 = SO^2 + HCl - \underbrace{SO^2\begin{cases}OH\\Cl\end{cases}}_{\text{Mono-chlorhydrine.}}$$

2° $$2SO^4H^2 + 3SOCl^2 = 3SO^2 + 4HCl + \underbrace{\begin{matrix}SO^2\langle Cl\\ \rangle O\\ SO^2\langle Cl\end{matrix}}_{\text{Pyrodi-chlorhydrine.}}$$

» *Acide azotique.* — Le chlorure de thionyle réagit violemment sur l'acide azotique, fumant ou ordinaire; la température s'élève notablement, et l'expérience peut être dangereuse si l'on opère sur plusieurs grammes d'acide; il se dégage d'abondantes vapeurs nitreuses, et le liquide provenant de la réaction précipite immédiatement par le chlorure de baryum.

» Cette action énergique est facile à expliquer. Il se forme d'abord du chlorure d'azotyle $AzO^2Cl$, avec production de $SO^2$ et de $HCl$; puis $HCl$, au contact de l'acide azotique en excès, forme de l'eau régale, qui transforme $SO^2$ en acide sulfurique.

» *Acides orthophosphorique, métaphosphorique, borique.* — On s'est servi d'acide orthophosphorique, $PO^4H^3$ cristallisé et séché avec du papier buvard, d'acide métaphosphorique $PO^3H$ concassé et sec, et d'acide borique $BO^3H^3$ finement pulvérisé et également sec.

» Si l'on chauffe ces trois acides avec un excès de $SOCl^2$ à l'ébullition, ils sont immédiatement attaqués, avec dégagement de $SO^3$ et $HCl$. Mais la réaction s'arrête bientôt. En effet, l'attaque de l'acide $PO^3H$, difficile à obtenir en poudre fine, est forcément limitée par l'insuffisance des points de contact; quant aux acides $PO^4H^3$ et $BO^3H^3$, ils ne tardent pas à former des produits de condensation chlorés inattaquables par $SOCl^2$. Notons cependant, dans le cas des acides phosphoriques, la formation, en très petite quantité, d'un produit volatil qui a été obtenu mélangé à un grand excès de $SOCl^2$, et qui donne, avec le molybdate d'ammoniaque, la réaction caractéristique de l'acide phosphorique.

» *Acide oxalique.* — Il résulte des expériences de M. Auger que le chlorure de thionyle ne réagit pas sur l'acide oxalique, même à la température de l'ébullition. J'ai constaté qu'il n'en était pas de même avec les oxalates métalliques. Les oxalates de soude, de plomb, de mercure, d'argent, que j'ai étudiés de préférence parce qu'ils ne renferment pas d'eau d'hydratation, sont décomposés par $SOCl^2$, avec formation de chlorure métallique, et mise en liberté de $CO$, $CO^2$ et $SO^2$. La réaction est très vive avec les oxalates d'argent et de mercure; il est nécessaire, pour la régulariser, de diluer le chlorure de thionyle dans un grand excès de dissolvant, éther absolu ou benzène. L'oxalate de plomb s'échauffe au contact de $SOCl^2$, et la température s'élève bientôt

jusqu'au point d'ébullition de ce dernier. Avec l'oxalate de soude, la réaction n'a lieu que si l'on chauffe le mélange vers 80°. Dans aucun cas, on n'a pu observer la production de la moindre trace de chlorure d'oxalyle COCl — COCl, de sorte que l'équation générale de la réaction est la suivante :

$$\mathrm{COOM - COOM + SOCl^2 = SO^2 + CO + CO^2 + 2\,MCl.}$$

» *Acide formique*. — On met en contact molécules égales d'acide formique cristallisable et de $SOCl^2$. Il y a immédiatement dégagement de CO, HCl et $SO^2$. Lorsque la réaction est complète, comme tous les produits formés sont gazeux, toute trace de liquide a disparu dans le vase où l'on fait l'opération.

» L'équation est la suivante :

$$\mathrm{H - COOH + SOCl^2 = SO^2 + CO + 2\,HCl.}$$

» *Aldoximes*. — Le chlorure de thionyle réagit violemment, à froid, sur les aldoximes, en produisant un bruit strident tout particulier. L'action est moins vive et très régulière, si l'on opère en présence d'un dissolvant neutre, comme le benzène.

» Dans une solution benzénique d'oxime au dixième portée à l'ébullition, on fait couler goutte à goutte la quantité calculée de $SOCl^2$ dilué dans son poids de benzène. Il se dégage $SO^2$ et HCl. Lorsque l'attaque est terminée, on distille, pour séparer le $SOCl^2$ et le benzène en excès, et on soumet le résidu à la rectification.

» L'aldoxime benzylique $C^6H^5 - CH = AzOH$, ainsi traitée, a donné, avec un rendement de 70 pour 100, le nitrile benzoïque $C^6H^5 - CAz$, bouillant à 189°-191°. J'ai caractérisé ce dernier en le transformant en éther benzoïque, bouillant à 210°-212°, lequel, saponifié, a donné l'acide benzoïque, fusible à 121°.

» L'aldoxime isovalérique $C^4H^9 - CH = AzOH$ a fourni, avec un rendement de 48 pour 100, le nitrile isovalérique $C^4H^9CAz$, liquide à odeur éthérée, distillant à 126°-128°. (Densité de vapeur prise à 183° dans la vapeur d'aniline, 3,00; calculé, 2,88.)

» L'aldoxime œnanthylique $C^6H^{13} - CH = AzOH$ a donné, avec un rendement de 62 pour 100, le nitrile œnanthylique, liquide bouillant à 178°-180°. (Densité de vapeur prise à 310° dans la vapeur de diphénylamine 3,61; calculé, 2,84. Il y a une légère décomposition.)

» En résumé, le chlorure de thionyle, en réagissant sur les aldoximes, produit les nitriles, d'après l'équation générale

$$\mathrm{R - CH = AzOH + SOCl^2 = SO^2 + 2\,HCl + R - CAz.}$$ »

CHIMIE. — *Sur la stabilité des solutions aqueuses de bichlorure de mercure.* Note de M. E. **Burcker**, présentée par M. Friedel (¹).

« Dans une nouvelle série d'expériences, j'ai déterminé la stabilité des solutions aqueuses de bichlorure de mercure, préparées avec de l'eau ordinaire et additionnées de faibles proportions d'acide chlorhydrique ou

(¹) Voir *Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 1345.

d'acide tartrique. J'ai recherché, en outre, si le carmin d'indigo, avec lequel on a continué de colorer ces solutions, exerce sur elles une action décomposante.

» I. $1^{gr}$ de bichlorure de mercure a été dissous dans $1000^{cc}$ d'eau de mon laboratoire [1] : cette dissolution, additionnée de $5^{cc}$ d'acide chlorhydrique de $D = 1,115$, et analysée immédiatement après sa préparation, contenait exactement $0^{gr},917$ de bichlorure de mercure et $1^{gr},14$ d'acide chlorhydrique gazeux par litre.

» Trois volumes égaux de $500^{cc}$ de cette solution ont été conservés : le premier, A, dans un vase ouvert et exposé à l'action de l'air et de la lumière; le deuxième, B, dans un ballon fermé et exposé à l'action de la lumière; le troisième, C, dans un ballon fermé placé dans l'obscurité. L'examen de ces trois solutions, effectué au bout de quinze jours, a donné les résultats suivants. En A, pas de dépôt apparent; légère couche grisâtre à la surface du liquide :

Bichlorure de mercure... $0^{gr},909$ pour 1000 Perte...... $0^{gr},008$ pour 1000

» En B, pas de dépôt; la solution est parfaitement limpide :

$HgCl^2$................ $0^{gr},914$ pour 1000 Perte...... $0^{gr},003$ pour 1000

» En C, pas de dépôt; solution limpide :

Bichlorure de mercure... $0^{gr},916$ pour 1000 Perte...... $0^{gr},001$ pour 1000

» Donc : « les solutions étendues de bichlorure de mercure, préparées avec de l'eau ordinaire, additionnée d'une faible proportion d'acide chlorhydrique, ne subissent que des altérations insignifiantes lorsqu'elles sont conservées au contact de l'air et de la lumière; elles sont inaltérables lorsqu'on les soustrait à cette double influence. »

» Des expériences absolument semblables, faites avec des solutions de bichlorure de mercure au $\frac{1}{1000}$, additionnées de $0^{gr},5$ d'acide tartrique par litre, m'ont permis de constater que ce dernier acide exerçait sur ces solutions la même action que l'acide chlorhydrique.

---

(1) Cette eau avait en ce moment la composition suivante :

| | |
|---|---|
| Degré hydrotimétrique | $20°,5$ |
| Chaux totale | $167^{mm}$ |
| Carbonate de chaux | $164^{mm}$ |
| Chlore | $6^{mm},3$ |
| Oxygène dissous | $9^{mm},6$ |
| » » (après 24 heures) | $9^{mm},0$ |
| Matières organiques (en O absorbé) | $0^{mm},735$ |
| Résidu à 100° | $288^{mm}$ |
| » après calcination | $216^{mm}$ |

» II. *Action du carmin d'indigo.* — Une solution au $\frac{1}{10}$ de bichlorure de mercure dans l'eau distillée contenant exactement $99^{gr},32$ de $HgCl^2$, $50^{gr}$ d'acide tartrique et $0^{gr},5$ de carmin d'indigo par litre, a été examinée après quinze jours d'exposition à la lumière, dans un ballon fermé; au bout de ce temps le liquide était parfaitement limpide, sans aucune trace de dépôt et la dissolution contenait $99^{gr},28$ de bichlorure par litre.

» Un deuxième volume de cette solution, égal au premier et conservé pendant le même temps, à l'abri de la lumière, ne présentait pas non plus de caractères d'altération; la proportion de bichlorure y était de $99^{gr},16$ pour 1000.

» J'ai observé des résultats analogues avec des solutions beaucoup plus étendues (au $\frac{1}{100}$ et au $\frac{1}{1000}$), colorées à l'aide du carmin d'indigo.

» Le carmin d'indigo n'exerce donc aucune action décomposante sur les solutions acides de bichlorure de mercure préparées à l'aide de l'eau distillée, même lorsqu'elles restent exposées à l'action de la lumière. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *L'oxydation des moûts de bière.* Note de M. **P. Petit**.

« Dans une précédente Communication, j'ai examiné les conditions d'oxydation du moût de bière en pratique; j'ai cherché ensuite à déterminer comment on pouvait diriger l'injection directe d'air de manière à reproduire les mêmes phénomènes, et à reconnaître sur quels principes du moût portait l'oxydation.

» Le volume de gaz sortant d'un oxygénateur d'une contenance de $400^{lit}$ était mesuré à l'aide d'un compteur, et les analyses de gaz dissous faites à l'aide de la trompe à mercure, les gaz recueillis étant mesurés à 17° sous une pression de $740^{mm}$. Les quantités d'air nécessaires varient naturellement avec la concentration du moût; mes essais ont été effectués avec du moût à 10 à 12 pour 100 extrait.

» Dans ces conditions, on est arrivé aux résultats suivants par litre :

| | | Volume total. | $CO^2$. | O. | Az. | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | cc | cc | cc | cc | |
| I. | Aération par diffusion avec une petite ouverture..... | 8,5 | 2,5 | 1,3 | 4,2 | Moût à 12,5 Ball. |
| | Aération 30 minutes à 16°.. | 16,9 | 6,06 | 2,5 | 8,34 | |
| II. | Aération 10 minutes à chaud. | 7,8 | 2,4 | 1,1 | 4,3 | |
| | Aération complémentaire $17^{mn}$ à 18°............ | 17,9 | 5,8 | 3,66 | 8,44 | Moût à 10° Ball. |

» On reconnaît que, pour le moût n° II, l'oxydation et l'aération sont complètes, puisque la dose d'oxygène dissous est normale, et présente avec le volume d'azote le rapport de $\frac{1}{2}$. Ces chiffres concordent d'ailleurs avec ceux qui ont été publiés antérieurement, en tenant compte de la concentration, puisque nous opérons ici avec du moût à 10°, tandis que le moût recueilli en pratique représentait près de 15° Balling.

» Comme le volume d'air injecté était de $110^{lit}$ par minute sous une pression de $0^{kg},6$, sur un volume de $400^{lit}$, nous pouvons en déduire que l'on obtient une oxydation et une oxygénation suffisantes en injectant à chaud ou à froid un volume de $750^{lit}$ d'air par hectolitre de moût, avec une vitesse d'environ $110^{lit}$ par minute.

» L'exemple du moût n° I montre qu'une partie de l'air doit être injectée à chaud, puisque, avec une aération de 30 minutes à 16°, on n'arrive pas à une saturation complète.

» L'oxydation porte, non seulement sur les principes du houblon, mais encore sur des éléments du moût lui-même; en effet, sur un même moût on a trouvé :

| Avant houblon. | Vol. total. | $CO^2$. | O. | Az. |
|---|---|---|---|---|
| | cc | cc | cc | cc |
| Chaudière saturée d'air à froid ............ | 30,1 | 3,8 | 4,8 | 11,5 |
| Moût houblonné, saturé à froid ............ | 20 | 5,8 | 4,87 | 9,33 |
| Aéré 10 minutes à chaud et 17 min. à 180°.. | 17,9 | 5,8 | 3.66 | 8,44 |

» Sur $5^{cc},8$ d'acide carbonique provenant d'oxydation, $3^{cc},8$, c'est-à-dire près des $\frac{2}{3}$, doivent être attribués aux éléments du moût, et $\frac{1}{3}$ seulement aux principes du houblon. Cet essai montre encore que l'oxydation obtenue par une aération de 10 minutes à chaud et 17 minutes à froid, à raison de $750^{lit}$ par hectolitre de moût clair, est normale.

» Cette oxydation des principes du moût est très faible à basse température, et s'active surtout par l'ébullition; en effet, tandis que le moût pris dans la cuve-matière à 60° environ donne par litre $2^{cc}$ gaz dissous, dont $0^{cc},11$ $CO^2$ seulement, et après saturation d'air $16^{cc},5$ gaz dont $2^{cc},1$ $CO^2$, il fournit après ébullition et saturation d'air $20^{cc},1$ gaz dont $3^{cc},8$ $CO^2$. Il reste à déterminer quels sont les éléments des moûts de saccharification susceptibles de s'oxyder par l'air (1). »

(1) Travail fait à l'École de Brasserie de la Faculté des Sciences de Nancy.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Mécanisme de l'influence des substances toxiques agissant à titre de causes secondes dans la genèse de l'infection.* Note de MM. **Charrin** et **Duclert**, présentée par M. Ch. Bouchard.

« Pour triompher des résistances de l'organisme, les microbes réclament fréquemment des auxiliaires. Des substances toxiques, on le sait, peuvent être au nombre de ces agents auxiliaires. Cette notion, qui se dégage des observations les plus anciennes, a reçu la consécration de l'expérimentation.

» Toutefois, les auteurs [1] qui se sont occupés de cette question se sont bornés, pour la plupart, à enregistrer ou à reproduire les faits, sans s'efforcer de pénétrer dans l'intimité de leur mécanisme. MM. Roger et Monti ont pourtant montré que, dans ces circonstances, les poisons bactériens intervenaient en agissant sur l'ensemble de l'économie plus encore que localement. M. le professeur Bouchard, qui, le premier, a vu combien ces poisons étaient nuisibles, quand ils pénétraient peu d'instants après le virus, seul est allé plus loin, en prouvant que ces toxiques s'opposaient aux activités phagocytaires.

» Chaque jour, des données nouvelles étendant, en pareille matière, l'influence désormais incontestable des différentes intoxications, il nous a paru intéressant d'élucider le mécanisme de cette influence.

» *Expérience I* [2]. — Le 5 juillet 1894, deux cobayes, A et B, reçoivent, chacun sous la peau, $2^{cc}$ d'une culture peu active du bacille pyocyanogène. Au même moment, on injecte dans le tissu cellulaire de B, loin de l'inoculation, $0^{cc},5$ d'acide lactique dilué au tiers.

» Le lendemain, on sème un égal volume du foie de ces cobayes sacrifiés sur des plaques d'agar, après lavage des viscères.

» Le 8 juillet, on compte neuf colonies sur la gélose qui a reçu les tissus de A; sur celle qui a été ensemencée avec ceux de l'animal infecté et intoxiqué, on observe de nombreux îlots se fusionnant en une longue traînée.

» *Expérience II.* — On remplace l'acide lactique par $1^{cc}$ d'alcool absolu étendu de moitié. — On enregistre des résultats analogues.

---

(1) Parmi les principaux travaux relatifs à ce sujet, il convient de rappeler soit ceux de M. Arloing, de MM. Roux et Nocard sur la reviviscence du virus du charbon symptomatique par l'acide lactique, soit les recherches de MM. Charrin, Platania, Wurtz, Maurel, etc.

(2) Ces expériences ont été poursuivies au laboratoire de M. le professeur Bouchard.

» Dans d'autres expériences, nous avons injecté de l'acétate de plomb, du bichlorure de mercure, de la tuberculine, de la malléine, des toxines pyocyaniques, utilisant ainsi des poisons inorganiques ou des corps pouvant dériver soit de la vie de nos cellules, soit de celle des bactéries. Dans l'immense majorité des cas, un fragment donné de l'un des viscères d'un animal intoxiqué a fait apparaître plus de colonies qu'une même parcelle de l'organe similaire d'un cobaye inoculé, mais non empoisonné.

» Les faits établissent donc que l'intoxication agit sur l'élément quantité, lorsqu'elle influence un virus. — Il convenait, dès lors, de rechercher si elle ne modifiait pas la qualité.

» *Expérience III.* — Le 10 juillet, on injecte, sous la peau d'un cobaye, quelques gouttes d'une culture pyocyanique obtenue en semant le sang de l'animal A de l'expérience I; un cobaye D reçoit la culture correspondante faite avec le sang du sujet B de cette expérience I.

» On fait pénétrer des doses identiques, estimant que la durée de ces cultures, effectuées dans $4^{cc}$ de bouillon, permettait de négliger l'inégalité de richesse microbienne des semences initiales, inégalité d'ailleurs rendue insignifiante par le peu de volume de ces semences.

» Le cobaye C succombe le 12 juillet; le second, contaminé par le bouillon fertilisé à l'aide des humeurs d'un animal empoisonné, meurt le 14.

» *Expérience IV.* — On cultive le microbe du pus bleu sur des milieux additionnés d'acide lactique à 2 pour 1000. — On reconnaît que la sécrétion des pigments est entravée.

» On inocule à un cobaye E $2^{cc}$ de cette culture contenant de l'acide lactique; il résiste durant six jours. — La culture normale tue, à cette dose, en quarante-huit heures [1].

» Ces résultats amènent à conclure que les poisons utilisés, comme autorisaient à le prévoir leurs propriétés antiseptiques, tendent à diminuer la qualité du virus.

» Ainsi, chez les sujets intoxiqués, les bactéries, sans acquérir plus de virulence, se multiplient plus aisément que chez les animaux contaminés par ces bactéries, mais exempts d'intoxication.

» Cette action sur le virus est-elle directe ou dérive-t-elle d'une modification du terrain? — L'absence d'exaltation du côté de l'élément qualité permet, dans une certaine mesure, de rejeter la première hypothèse et de supposer qu'on se trouve en présence d'une perturbation de l'économie retentissant sur ce virus. Toutefois, en pareille matière, l'expérimentation seule légitime une conclusion.

---

[1] Chacune de ces expériences a été répétée plusieurs fois; le défaut d'espace nous oblige à ne rapporter que quelques types.

» On est ainsi logiquement conduit à rechercher l'explication de cet excès de quantité dans l'examen des changements possibles survenus dans l'organisme sous l'influence de l'introduction des toxiques.

» *Expérience V.* — Le 11 juillet 1894, on injecte 3$^{cc}$ d'une culture du bacille du pus bleu dans le tissu sous-cutané de deux lapins également vaccinés contre ce bacille; à ce niveau, on place des cellules de Ziegler, puis on fait pénétrer, dans le derme de l'un de ces lapins, loin de l'inoculation, 1$^{cc}$ d'alcool et $\frac{1}{2}$ d'acide lactique dilué.

» Une, deux, trois, quatre heures après, on constate que, dans les tissus de l'animal empoisonné, les microbes sont plus abondants, les cellules migratrices plus rares, la phagocytose plus discrète.

» L'immunité de cet animal a, du reste, complètement fléchi; il est mort au bout de cinq jours; le second a résisté.

» *Expérience VI.* — Le 12 juillet, on saigne deux lapins vaccinés, dont l'un vient d'être intoxiqué.

» Leurs sérums ensemencés sont également bactéricides.

» La conclusion imposée par ces expériences, c'est que les corps toxiques mis en jeu amoindrissent la défense de l'économie luttant contre les agents pathogènes.

» Des deux principaux moyens de protection actuellement les plus connus, la phagocytose et l'état bactéricide, le premier semble être le seul compromis, du moins dans les conditions fixées par nous ([1]).

» Or, si, chez un animal donné, la destruction microbienne due à cette phagocytose n'a pas lieu, alors qu'elle se réalise chez un témoin, il est clair que, chez cet animal, les microbes ne tarderont pas à être plus abondants que chez ce témoin. — En définitive, on est en présence d'une perturbation frappant l'organisme et réagissant par voie indirecte sur le virus.

» En somme, nos recherches généralisent le rôle des poisons dans la genèse de l'infection; elles montrent qu'un virus, en vertu de l'action antiphagocytaire toxique, gagne en nombre sans devenir plus virulent. C'est, en dernière analyse, cette augmentation de nombre qui le rend, ici, plus redoutable, un virus valant principalement soit par sa qualité, soit par sa quantité. »

---

([1]) Cette atténuation est-elle due à ce que les phagocytes ne peuvent librement sortir des capillaires, en raison de certaines propriétés vaso-motrices attribuées à quelques-uns des principes utilisés par MM. Bouchard, Gley et Charrin? Dépend-elle de ce que les toxiques employés lèsent ces phagocytes, etc.? On ne peut ici que poser des questions touchant ces sujets. — Dans l'immunité pyocyanique, les antitoxines sont sans grande importance; nous les avons laissées de côté.

PHYSIOLOGIE. — *Sur des lois nouvelles de la contraction pupillaire.* Note de M. CH. HENRY.

« Lambert a cherché à déterminer la relation qui existe entre l'ouverture de la pupille, la clarté de l'image rétinienne et la grandeur de l'image; il a représenté les résultats de ses expériences par l'équation

$$\frac{a-x}{\eta}=\frac{\gamma y^2}{\alpha+y^2}=\frac{\gamma x^2}{\alpha+x^2},$$

dans laquelle $a$ désigne un nombre proportionnel à la surface de l'iris, $x$ un nombre proportionnel à l'ouverture de la pupille, $\eta$ un nombre proportionnel à la surface de l'image rétinienne, $y$ la clarté de l'image qui, en égalant une constante à l'unité, devient égale à $x$, $\alpha$ et $\gamma$ deux constantes.

» Lambert suppose que la fraction $\xi=\frac{a-x}{\eta}$, la part contributive de chaque élément rétinien à la contraction totale, est la même pour tous les éléments; en réalité, cette fraction ne représente qu'une moyenne; $\xi$ ne dépend pas seulement de $y$, mais encore de $\eta$.

» J'ai d'abord répété les expériences de Lambert, dans lesquelles $y$ et $\eta$ varient simultanément, en considérant, à des distances différentes, une ouverture circulaire découpée dans le volet d'une chambre noire, et en mesurant ma pupille immédiatement après chaque expérience au pupillomètre de Robert Houdin; Lambert mesurait également sa pupille dans un miroir après chaque expérience : j'ai constaté que $\xi$, en adoptant pour $a$ la valeur de Lambert $\overline{10^{mm},6}^2$, croît plus vite avec $y$ qu'il ne l'avait trouvé.

» A propos du calcul de ces expériences, il convient de remarquer que le diamètre observé de la pupille n'est pas le diamètre vrai, mais l'image de ce dernier fournie par l'humeur aqueuse, c'est-à-dire multipliée par $\frac{8}{7}$; d'autre part, l'éclairement de la rétine est proportionnel, non pas à la surface vraie de la pupille, mais à la surface de l'image donnée par l'humeur aqueuse; cette quantité de lumière en effet est, toutes choses égales d'ailleurs, proportionnelle à la section utile du faisceau incident; ce faisceau, cylindrique dans l'air, devient conique après réfraction et s'appuie sur les bords de la pupille; par conséquent, le faisceau incident prolongé s'appuiera sur les bords de l'image de l'iris donnée par l'humeur aqueuse.

» J'ai entrepris ensuite deux séries d'expériences : 1° en faisant varier $y$ et conservant $\eta$ constant; 2° en faisant varier $\eta$ et conservant $y$ constant.

Je mesurais ma pupille *simultanément* en regardant à travers les trous du pupillomètre. Dans ce cas, l'image rétinienne d'un cercle n'est plus circulaire; les cercles de diffusion découpent dans l'objet deux lunules lumineuses dont la surface $2\sigma = \eta$ est donnée par la formule

$$2\sigma = \pi r^2 - \frac{2}{3}\frac{r^3}{\rho} + \frac{1}{24}\frac{r^5}{\rho^3},$$

$r$ étant le rayon de l'image, $\rho$ le rayon du cercle de diffusion, que l'on démontre être égal au rayon de l'image de la pupille donnée par le cristallin, image plus grande que la pupille vraie dans le rapport $\frac{19}{18}$ et plus petite que la pupille observée dans le rapport $\frac{1}{1,08}$.

» Pour faire varier $y$ en conservant $\eta$ constant, j'ai adapté au pupillomètre un tube de $150^{mm}$ de long, terminé par un verre dépoli, que j'ai placé à des distances variables d'une ouverture circulaire découpée dans le volet. De ces expériences, il ressort que :

» I. *La part contributive moyenne de chaque élément rétinien à la contraction pupillaire augmente d'abord très vite, puis très lentement, quand l'éclat rétinien d'une même image augmente.*

» Pour faire varier $\eta$ en conservant $y$ constant, il suffisait de se placer à des distances différentes de l'ouverture circulaire découpée dans le volet, $y$, pour les distances un peu grandes, dépendant, dans de très faibles limites, de la distance, comme cela ressort de son expression

$$\gamma = \frac{i\omega}{\overline{15}^2}\left(\frac{p}{p-20}\right)^2,$$

dans laquelle $i$ désigne l'éclat de l'objet, $\omega$ la surface du trou du pupillomètre, $p$ la distance de l'objet, 15 la distance en millimètres du centre optique à la rétine, 20 la distance du centre optique au foyer antérieur.

» De ces expériences, il ressort que $\xi$ varie en raison inverse de $\eta$; la courbe est une hyperbole équilatère; autrement dit :

» II. *La part contributive moyenne de chaque élément rétinien à la contraction pupillaire varie en raison inverse de la surface impressionnée :* les éléments centraux (les moins sensibles) sont les plus constricteurs.

» On sait que l'ouverture pupillaire diminue quand l'éclat rétinien augmente; par là même la surface impressionnée diminue; mais, quand cette surface diminue, l'ouverture pupillaire, d'après la seconde série d'expériences, tend à augmenter; donc :

» III. *Il existe pour la contraction pupillaire un de ces mécanismes régula-*

*teurs, dont on constate l'existence dans d'autres domaines du système nerveux et qui tendent à assurer la stabilité de l'organisme.*

» Dans les calculs de ces deux dernières séries d'expériences, j'ai adopté pour $a$ la valeur $\overline{13^{mm}}^2$, c'est-à-dire le carré de la valeur du diamètre de l'iris indiquée par les anatomistes. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *L'emploi du bec Auer peut-il produire un empoisonnement partiel* (1)? Note de M. N. GRÉHANT.

« Dans un Mémoire que j'ai eu l'honneur de lire à l'Académie le 9 juillet dernier, j'ai indiqué la présence, dans les produits de la combustion d'un bec Auer, d'une faible proportion d'oxyde de carbone, égale à $\frac{1}{4300}$ environ.

» Je me suis demandé alors s'il est possible de reconnaître, chez un animal qui respire dans une chambre fermée, éclairée pendant plusieurs heures par un bec Auer, un commencement d'empoisonnement par l'oxyde de carbone. En d'autres termes, la quantité de ce gaz qui est mélangée avec les autres produits de la combustion peut-elle donner, dans l'air confiné, une proportion d'oxyde de carbone suffisante pour que ce gaz soit fixé par le sang?

» L'expérience seule pouvait répondre à cette question, et voici comment je l'ai réalisée en imitant l'expérience classique et fondamentale de Félix Leblanc.

» Dans la matinée, je découvre chez un chien de forte taille pesant $20^{kg}$ l'une des artères carotides, j'aspire un volume de sang égal à $42^{cc}$ qui est injecté dans mon appareil servant à l'extraction des gaz, dont le récipient a reçu d'abord $100^{cc}$ d'acide acétique privé de gaz par l'ébullition; le sang a donné un volume d'acide carbonique égal à $19^{cc},25$ et une réduction à mon grisoumètre de 1,7 division, due au gaz combustible du sang normal.

» Je fais placer sur une table, au milieu d'une chambre dont la capacité est égale à $51^{mc}$, un bec Auer neuf qui est allumé et qui brûle avec une grande régularité et un vif éclat. L'animal est attaché dans la même chambre à $1^{m}$ environ du bec: il respire les produits de la combustion, qui se mélangent avec l'air de la pièce.

» Sept heures après le début de l'expérience, on fait une seconde prise de sang artériel, qui a donné $19^{cc},85$ d'acide carbonique, c'est-à-dire seulement $0^{cc},6$ en plus; au grisoumètre, j'ai obtenu une réduction égale à 2,2; retranchons 1,7 venant du sang

(1) Travail du laboratoire de Physiologie générale du Muséum d'Histoire naturelle.

normal, il reste 0,5 correspondant à l'oxyde de carbone extrait du sang, ce qui représente $0^{cc},065$ d'oxyde de carbone ou $0^{cc},15$ de ce gaz dans $100^{cc}$.

» Si j'appliquais la loi d'absorption au bout d'une demi-heure, ne connaissant pas encore ce que devient l'absorption au bout de sept heures, je trouve que ce très petit volume d'oxyde de carbone correspondrait à la présence de $\frac{1}{36000}$ d'oxyde de carbone dans l'air, ce qui est une proportion absolument négligeable.

» Je conclus de cette expérience que *l'emploi d'un bec Auer ne peut pas produire d'empoisonnement.* »

ZOOLOGIE. — *Sur la transformation des Paguriens en crabes anomoures de la sous-famille des Lithodinés.* Note de M. E.-L. **Bouvier**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Il est peu de Crustacés décapodes qui, à première vue, diffèrent autant des Paguriens que les Lithodes : avec leur carapace large et très calcifiée, leur rostre saillant, leur abdomen replié et aplati, ils ressemblent tout à fait à des Crabes et ne rappellent en rien ces Crustacés allongés et à abdomen mou qu'on nomme indifféremment *Pagures* ou *Bernards-l'Ermite*. En dépit de ces dissemblances frappantes, les affinités de ces animaux sont très réelles et l'on sait aujourd'hui, grâce surtout aux recherches de M. Boas, que les Lithodinés sont des Paguriens transformés en Crabes anomoures. Mais on ignorait jusqu'ici, au moins en ce qui concerne l'abdomen, le mécanisme de cette transformation, et c'est pour combler cette lacune que j'ai entrepris les recherches consignées dans la présente Note, à l'aide des collections du Muséum d'Histoire naturelle.

» Malgré les différences extérieures, les Crustacés du genre *Hapalogaster* (*H. cavicauda*) sont, à tous égards, les Lithodinés les plus voisins des *Eupagurus*, c'est-à-dire des Bernards-l'Ermite. Ils ont, comme eux, un abdomen en grande partie membraneux et, sur la face dorsale de cet abdomen, un certain nombre de plaques plus ou moins calcifiées : une en avant qui correspond au 1^er^ segment abdominal, deux en arrière qui sont celles des 6^e^ et 7^e^ segments, enfin, en avant de ces dernières, deux ou trois paires successives de petites pièces qui correspondent aux segments 3, 4 et 5 de l'abdomen. Le 2^e^ segment abdominal rappelle également celui des *Eupagurus* par sa partie médiane membraneuse qui sépare deux aires plus solides, mais cette homologie n'est qu'apparente. Dans les *Phyllolithodes* (*P. papillosa*), en effet, la région dorsale du 2^e^ segment est envahie

tout entière par des nodules calcifiés qui se soudent en partie pour former une série transversale, de trois pièces annulaires; dans les *Hapalogaster*, des nodules analogues remplissent toute l'aire médiane membraneuse, puis se soudent peu à peu pour former les aires solides latérales, qui se subdivisent elles-mêmes longitudinalement en deux pièces. On doit donc admettre que les pièces solides du 2$^{e}$ segment des *Eupagurus ont disparu d'abord*, et qu'*ensuite se sont formées à leur place, par fusion de nodules calcifiés*, les pièces solides des *Phyllolithodes* et des *Hapalogaster*.

» Chez les *Dermaturus* (*D. hispidus*) les nodules calcifiés, qui existent au milieu du deuxième segment chez les *Hapalogaster*, sont soudés en une seule plaque, de sorte que le segment est protégé par cinq pièces contiguës : une impaire médiane, deux latérales et deux marginales. Mais les pièces solides qui occupent les trois segments suivants chez les *Eupagurus* et les *Hapalogaster ont disparu*, et la surface membraneuse de cette région se recouvre tout entière de nodules faiblement calcifiés.

» Cette calcification devient plus intense chez les *Neolithodes* (*N. Grimaldii* de l'Hirondelle), les nodules s'élargissent et certains *se soudent entre eux pour former à gauche une série linéaire de trois petites pièces*, qui occupent de ce côté la même place que les pièces correspondantes des *Eupagurus* et des *Hapalogaster*. Mais il en est de ces pièces comme du deuxième segment des *Hapalogaster*; analogues à celles des *Eupagurus*, elles n'ont avec elles aucune homologie, et représentent simplement des formations nouvelles éminemment caractéristiques des Lithodinés.

» Chez les *Lithodes*, en effet, les nodules se soudent sur une plus grande étendue et forment de chaque côté une série longitudinale de trois larges pièces contiguës. Entre ces deux séries de pièces les nodules médians se groupent en séries transversales plus ou moins régulières; en dehors ils se fusionnent entre eux et donnent naissance (des deux côtés chez le mâle, du côté droit seulement chez la femelle) à une série de petites pièces marginales. Le deuxième segment abdominal varie d'ailleurs beaucoup dans ce genre : ses cinq pièces sont encore distinctes dans le *L. brevipes* et dans le *L. camtschaticus*, les deux latérales se soudent avec la médiane dans le *L. antarctica*, enfin toutes cinq se réunissent en une seule pièce dans le *L. arctica* et dans le *L. ferox*.

» L'abdomen des *Echidnocerus* (*E. cibarius* et *E. foraminatus*) ressemble à celui de ces derniers, mais les nodules médians se soudent et forment trois pièces qui s'intercalent exactement entre les pièces latérales des segments 3, 4 et 5; ces trois plaques nouvelles ne sont d'ailleurs pas con-

tiguës et restent séparées par une rangée transversale de nodules libres ou incomplètement soudés. Il en est de même dans les *Paralomis* (*P. granulosa* et *P. verrucosa*), mais les pièces marginales du troisième segment sont déjà soudées aux pièces latérales.

» Chez les *Rhinolithodes* (*R. biscayensis* du *Talisman*), les pièces marginales se soudent toutes aux latérales; les nodules qui séparent les pièces médianes se fusionnent complètement et forment d'étroites baguettes intercalaires; chez les *Cryptolithodes* (*C. sitchensis*), enfin, ces baguettes se confondent avec la plus postérieure des deux pièces, qu'elles séparent, et l'abdomen se trouve constitué, dans sa partie moyenne, par trois séries longitudinales de trois pièces contiguës. Si les trois pièces transversales d'un même segment se soudaient alors comme celles du deuxième, l'abdomen deviendrait extérieurement identique à celui d'un Crabe; cet état n'est réalisé chez aucune espèce actuellement connue; mais c'est évidemment la forme vers laquelle évolue la sous-famille des Lithodinés.

» En résumé, les pièces abdominales des Lithodinés, bien qu'analogues par leur position aux pièces correspondantes des Paguriens, ne présentent avec elles aucune homologie réelle. Pour se transformer en Lithodinés typiques, les *Eupagurus* ont d'abord perdu toutes leurs pièces abdominales, à l'exception de celles du premier et des deux derniers segments; puis des nodules calcifiés ont envahi la vaste surface membraneuse de l'abdomen, et c'est par la fusion de ces nodules que se sont entièrement formées toutes les pièces solides qui caractérisent les représentants de la sous-famille. »

ANATOMIE ANIMALE. — *La glande venimeuse des Myriapodes chilopodes* (¹). Note de M. O. **Duboscq**, transmise par M. de Lacaze Duthiers.

« Malgré les recherches récentes de Mac Leod, Soulié, Zograf, Herbst, la glande venimeuse des Myriapodes chilopodes n'est pas bien connue. On sait que l'orifice est situé, chez tous les Chilopodes, sur la face buccale de la pointe du crochet, qu'à cet orifice fait suite un canal chitineux tubulaire s'étendant jusque dans la hanche de la forcipule; qu'autour du canal un tissu d'un blanc nacré constitue la glande, qui a une forme cylindrique chez la Scolopendre, piriforme chez les autres Chilopodes; mais, sur

(¹) Travail fait au laboratoire de Luc-sur-Mer et au laboratoire Arago (Banyuls).

la véritable structure du tissu glandulaire, les auteurs sont en complet désaccord. Les uns (Mac Leod, Herbst) décrivent, autour du canal, de grandes cellules rayonnantes qui auraient un noyau à leur fond. Les autres (Soulié, Zograf) voient en ces prétendues cellules des tubes glandulaires à cellules sécrétantes multiples. Quant aux muscles de la glande, aucun n'en ayant vu, tous admettent qu'elle est comprimée par les muscles adducteurs des forcipules, ce qui aurait cependant pour résultat de faire sourdre le venin à chaque mouvement de ces pieds-mâchoires.

» Voici, d'après mes recherches, la structure de la glande de la Scolopendre (*Scolopendra cingulata*, Labeille) :

» Le canal excréteur, d'une chitine très épaisse, se divise en deux portions : une portion antérieure, non glandulaire, et n'offrant de particulier que des épaississements plus ou moins parallèles, lui donnant vaguement l'apparence d'une trachée; une portion postérieure, glandulaire, de même épaisseur et de même calibre, mais percée de trous en forme d'olives. Ces trous ont été pris par beaucoup pour de petites éminences creuses, appendues autour du canal excréteur ; cela vient de ce que la chitine bordante est plus dense que la chitine unissante, qui est pâle, d'où apparence de relief. Ils n'occupent pas toute la surface de la partie postérieure, mais seulement les trois quarts. La région externe en est tout du long dépourvue. A cette région correspond le sillon de la glande.

» Le tissu glandulaire semble disposé tout autour du canal excréteur, qui serait central. En réalité, le canal est superficiel, étant au fond d'un sillon longitudinal où se ramifient les trachées et les artères de la glande. (Les nerfs de la glande issus du nerf forcipulaire se répandent à l'opposé du sillon.) Au fond du sillon, le canal n'a pas sa chitine à nu; elle est recouverte d'un épithélium cylindrique.

» Autour du canal, rayonnent, perpendiculaires, de nombreux tubes glandulaires. A chaque trou du canal s'abouche un tube glandulaire. Chaque tube est de forme conique ou pyramidale, avec l'orifice du canal pour sommet du cône. Leur paroi est une mince membrane fondamentale, légèrement chitinisée, où l'on remarque épars des noyaux ovalaires granuleux. Le fond seul est occupé par de petites cellules glandulaires en prolifération active. Aussi chaque tube produit et contient une grande quantité de venin. Les tubes ont leurs faces communes confondues, et sont en somme de profondes alvéoles.

» Entre les tubes s'accolent, sur leurs parois, de nombreuses fibres musculaires striées, facilement mises en évidence sur les préparations bien fixées. Ces fibres s'insèrent, d'une part, par leurs extrémités ramifiées, sur le canal excréteur; d'autre part, elles se perdent dans la tunique externe de la glande, qui est un réseau musculaire de même nature. Elles présentent la striation transversale ordinaire, avec alternance de disques épais et de disques minces, et une striation longitudinale, qui les montre composées de fibrilles. Elles ont de nombreux noyaux ovalaires, granuleux, ordinairement superficiels; mais quelquefois dans l'épaisseur de la fibre.

» La tunique externe de la glande n'est autre qu'un réseau musculaire dont les

mailles sont unies par une substance fondamentale chitinisée. Les auteurs, ayant vu seulement les noyaux des muscles, l'ont décrite comme un endothélium. Ce réseau est épais et composé de plusieurs couches sur la face de la glande opposée au sillon. Au voisinage du sillon, les fibres sont plus rares et moins épaisses; elles ont la même structure que les fibres profondes intercalées entre les tubes.

» Ainsi se trouve constitué un riche appareil musculaire pour la compression de la glande et l'expulsion du venin.

» Chez les autres Chilopodes, la structure est essentiellement la même. Ainsi la glande venimeuse du Cryptops (*Cryptops hortensis* Leach) est assez semblable; mais les tubes sont plus allongés et non perpendiculaires. Il n'y a pas de sillon, et le canal est perforé sur tout son pourtour. Les muscles sont très développés, surtout dans la tunique, et disposés comme dans la Scolopendre.

» La glande du Géophile (*Geophilus longicornis* Leach) se rapproche de celle du Cryptops. Mais les muscles de la tunique ne sont plus en réseau. Ce sont de grandes fibres longues comme la glande, parallèles, sur une seule couche, et assez semblables à toutes les fibres musculaires du corps.

» Chez le Lithobius (*Lithobius forficatus* Linné), la tunique est un réseau de fibres; toutefois leur nature musculaire n'est plus évidente. Ce sont des fibres que les acides montrent composées de nombreuses fibrilles parallèles, desquelles toute striation est absente. A leur surface, sont de grands noyaux elliptiques, avec un très petit nucléole. Comme elles résistent à l'action de l'eau bouillante et des acides, je les rapproche des fibres musculaires, sans croire à leur contractilité.

» Le Scutigère (*Scutigera coleoptrata* Linné) a sa glande faite, au point de vue histologique, comme celle du Lithobius. Mais le canal excréteur reste court et, la glande descendant jusque dans la hanche, l'allongement de la forcipule a amené ici un allongement extrême des tubes.

» Je dirai plus tard ce qu'il faut penser du venin et de ses effets. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Pulmonés à branchie.* Note de M. **Paul Pelseneer.**

« I. Parmi les Mollusques pulmonés aquatiques de Madagascar, se trouve une forme sénestre qui présente normalement, en dessous de l'orifice pulmonaire et à gauche de l'anus, une *branchie* bien constituée. Cette branchie est *plissée* et non pectinée (c'est-à-dire qu'elle est conformée comme celle des Opisthobranches) et n'est fixée que par sa base seule-

ment. Mais elle n'est pas homologue de la branchie ou cténidie des autres Gastropodes : elle est, en effet, située tout entière hors de la cavité palléale, alors qu'elle y est contenue chez ces derniers : c'est donc une formation nouvelle.

» II. L'apparition de cet organe sur un Pulmoné s'explique par l'étude de nos formes indigènes; car certaines d'entre elles possèdent déjà cette branchie, mais à un moindre degré de développement : tels sont les *Planorbis* et les *Ancylus*.

» Le *Planorbis corneus* présente, en dehors de la cavité palléale ou pulmonaire, à gauche de l'anus, un lobe tégumentaire aplati, lisse, extensible, dont la structure révèle le rôle respiratoire; le même lobe existe, proportionnellement plus petit, dans *Planorbis marginatus*.

» L'*Ancylus* possède aussi (à droite chez *A. lacustris*) ce lobe, qui y est depuis longtemps déjà désigné sous le nom de *branchie* et qui en remplit les fonctions d'une façon continue, car, chez ce genre, *il n'y a plus trace de cavité palléale* (*ou poumon*). Or on sait que le *Planorbis* est beaucoup moins aérien que la *Limnæa;* et on sait aussi que, dans une eau pure, l'*Ancylus* reste toujours complètement immergé (ce qui explique la disparition de son poumon).

» Ces Pulmonés ayant perdu la branchie originelle (ou cténidie) des Mollusques, mais étant revenus ultérieurement à des habitudes aquatiques, il n'y a rien d'étonnant à ce qu'ils se soient refait une branchie, morphologiquement différente de celle-là, bien que dans le Pulmoné de Madagascar elle soit conformée d'une façon semblable : il n'y a là qu'un remarquable exemple d'*homoplasie* et d'irréversibilité de l'évolution, c'est-à-dire de l'impuissance d'un organe perdu à réapparaître.

» III. Le Mollusque de Madagascar dont il s'agit n'est connu que conchyliologiquement et se trouve désigné sous le nom de *Physa lamellata*. Mais toute son organisation montre qu'il n'appartient pas au genre *Physa;* je me borne à indiquer ici l'absence, chez ce dernier (comme chez la *Limnæa*), de l'appareil branchial para-anal.

» La *Physa lamellata* constitue le type d'un genre très voisin des *Planorbis*, que je propose de nommer *Pulmobranchia*. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur la peste de Hong-Kong.* Note de M. Yersin.

M. Duclaux communique à l'Académie les passages suivants d'une Lettre adressée, à l'Institut Pasteur, par M. le D[r] *Yersin*, médecin des colonies, envoyé à Hong-Kong pour étudier la peste.

« L'incubation est de quatre à six jours; puis, la maladie débute brusquement par de l'accablement et un épuisement des forces. Dès le premier jour, le bubon apparaît; il est souvent unique et siège, dans la majeure partie des cas, à la région inguinale. La fièvre est continue, elle s'accompagne de délire. La constipation est plus fréquente que la diarrhée. La mort arrive en vingt-quatre heures ou au bout de quatre à cinq jours. Quand la vie se prolonge au delà de cinq à six jours, le bubon se ramollit et le pronostic devient meilleur.

» Les premières recherches bactériologiques ont été faites sur des sujets vivants. L'examen du sang retiré d'un doigt à diverses périodes de la maladie n'a pas montré de microbes et l'ensemencement est resté stérile.

» Les bubons, au contraire, contiennent en abondance et à l'état de pureté un bacille très petit, court, à bouts arrondis, ne se teignant pas par la méthode de Gram, mais se colorant par le violet de gentiane. Chez huit malades, j'ai trouvé le bacille dans les bubons. A l'autopsie de deux pestiférés, j'ai rencontré le même microbe. Il est surtout nombreux dans les bubons, il est moins abondant dans les autres ganglions, et très rare dans le sang au moment de la mort. Le foie, la rate sont augmentés de volume et renferment le bacille spécifique.

» Des souris inoculées avec une trace de la pulpe d'un bubon meurent en vingt-quatre heures avec des bacilles dans les ganglions, dans les organes et dans le sang, où ils sont plus longs et plus grêles, elles succombent à une véritable septicémie. Les cobayes meurent en trois à six jours; ils présentent de l'œdème au point d'inoculation, une tuméfaction des ganglions voisins et une augmentation de volume du foie et de la rate. Plus la maladie se prolonge, plus les ganglions deviennent volumineux.

» De cinq souris inoculées avec quelques gouttes de sang, une seule a succombé le quatrième jour. Un cobaye inoculé de la même manière est mort en six jours.

» Une souris qui avait mangé la rate d'une autre souris morte de la peste a pris la maladie : il en est de même d'un rat qui avait mangé un fragment de bubon.

» Le microbe se cultive facilement sur gélose, en donnant une couche blanchâtre uniforme. »

La séance est levée à 4 heures. J. B.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

### SÉANCE DU LUNDI 6 AOUT 1894,

PRÉSIDENCE DE M. LŒWY.

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PALÉONTOLOGIE. — *Sur les variations du* Spirifer Verneuili. Note de M. **Gosselet.**

« Le *Spirifer Verneuili* est une espèce fossile très polymorphe, caractéristique du dévonien. Il commence peut-être dans le dévonien inférieur ; mais ce n'est que dans les deux étages du dévonien supérieur, le frasnien et le famennien, qu'il acquiert un développement considérable : il pullule alors en Amérique comme en Europe. Il présente des variations très nombreuses et très étendues. De l'étude que j'ai faite d'un très grand nombre de ses formes, je conclus qu'elles passent de l'une à l'autre d'une manière insensible, et qu'il y a d'autant moins lieu d'établir des variétés distinctes qu'un même individu présente des formes très différentes aux diverses périodes de son existence.

» Cependant, ces variations ne donnent naissance à aucune espèce qui

succède au *Spirifer Verneuili*. Celui-ci se termine à la fin du famennien par des formes à peu près semblables à celles qu'il avait présentées lors de son apparition dans l'Ardenne.

» Les Spirifer qui lui succèdent dans les derniers strates dévoniens et dans le terrain carbonifère, quoique assez voisins, s'en distinguent par des caractères bien nets, tels que la bifurcation des plis sur les ailes; on ne constate pas le passage d'un groupe à l'autre. Si les Spirifères du carbonifère dérivent par filiation directe du *Spirifer Verneuili*, la transformation s'est faite brusquement et d'une manière générale; ou bien elle s'est produite dans une région différente, et les Spirifères carbonifères sont venus, complètement transformés, se substituer dans l'Ardenne au *Spirifer Verneuili*.

» Deux espèces, le *Spirifer aperturatus* et le *Spirifer orbelianus*, se relient au *Spirifer Verneuili* par des formes de passage, et paraissent en être dérivées; mais ces deux espèces se produisent dans toute l'Ardenne au commencement de l'époque frasnienne; elles naissent brusquement, disparaissent de même, et leurs descendants, si elles en ont laissé, sont rentrés dans le type général du *Spirifer Verneuili*.

» Le *Spirifer bifidus*, qui se trouve aussi dans le dévonien supérieur, présente quelques variétés extrêmes qui se rapprochent du *Spirifer Verneuili*. L'étude approfondie de leurs côtes montre que même ces variétés en diffèrent profondément, surtout dans le jeune âge. »

## MÉMOIRES LUS.

SPÉLÆOLOGIE. — *Nouvelles recherches anthropologiques et paléontologiques dans la Dordogne*. Mémoire de M. **Émile Rivière**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Daubrée, Fizeau, Berthelot.)

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie les résultats des recherches que j'ai faites, sous ses bienveillants auspices, dans le département de la Dordogne, d'abord aux mois d'août et septembre 1893, puis aux mois d'avril et mai de cette année.

» Les gisements que j'ai explorés sont : les uns quaternaires, géologiquement parlant, et paléolithiques, magdaléniens, si l'on considère l'époque archéologique; les autres sont néolithiques, ils appartiennent aux temps

géologiques actuels. Les premiers sont : les grottes des Combarelles, la grotte Rey, la grotte de la Fontaine ([1]), et celle de Cro Magnon, dont j'ai repris l'étude au point où les fouilles ont été abandonnées en 1868. Les seconds sont les stations ou ateliers néolithiques de Sireuil, Pagenal et Pageyral.

A. ÉPOQUE QUATERNAIRE. — *Grottes des Combarelles.* — Elles sont au nombre de deux; mais l'une d'elles seulement a été habitée par l'homme. Celle-ci, longue de $27^{m},75$, a été explorée par moi avec trois ouvriers dans toute son étendue. Elle appartient, de par l'industrie des hommes qui l'ont habitée, à l'époque magdalénienne.

» J'y ai trouvé, en effet, parmi les pièces les plus importantes, des harpons barbelés, des pointes de sagaies et de flèches en os ornées de gravures, des rondelles osseuses très minces percées de trous de suspension et gravées de nombreux traits entre-croisés en tous sens, un scapulum de Ruminant sur lequel des Rennes sont gravés au milieu de traits un peu confus, une série d'aiguilles en os, des métacarpiens et métatarsiens de Renne sur lesquels on a détaché des esquilles pour faire lesdites aiguilles. J'y ai trouvé aussi une canine de Renne percée. Enfin, comme silex taillés, je citerai des burins, des grattoirs simples et doubles, des lames, des pointes, des pointerolles, etc.

» La faune de cette grotte est nombreuse par les restes d'animaux qui la composent; son étude n'étant pas finie, je me bornerai à citer plusieurs Carnivores, des Rongeurs, des Pachydermes, des Ruminants, des Oiseaux, etc.; et, plus particulièrement, comme espèces datant bien le gisement, le *Rhinoceros tichorhinus* et le Renne (*Tarandus rangifer*).

» *Grotte Rey.* — Cette grotte, située à peu de distance de la précédente, n'est pas encore terminée, en raison de sa longueur ($51^{m},50$); mais je m'en suis assuré, par location, le droit exclusif de fouille. Je l'ai explorée jusqu'à présent, avec le même personnel de trois ouvriers, sur une longueur de $33^{m},50$, et les résultats obtenus me permettent de dire qu'elle appartient aussi à l'époque magdalénienne. Je puis citer, en effet :

» 1° Pour la faune, les restes relativement nombreux de Carnivores (Ours, Hyène, Canidés, Félins, etc.), des Chéiroptères (*Vespertilio*), des Pachydermes [(*Rhinoceros tichorhinus, Equus, Sus*), des Ruminants (Renne, Cervidés, Bovidés), *Capra primigenia* ([2])], des Rongeurs (*Lepus, Mus,* etc.), un certain nombre d'espèces d'Oiseaux, des Batraciens et des Poissons, enfin quelques mollusques représentés par leurs coquilles. Ces derniers sont très rares, marins ou terrestres.

» 2° Pour l'industrie : *a*, des os gravés, voire même sculptés, notamment deux côtes de Ruminants, représentant des Poissons dont le corps et la tête sont gravés, tandis que

---

([1]) La grotte quaternaire de la Fontaine n'a jamais été habitée par l'homme.

([2]) Notamment un très beau crâne pourvu des noyaux osseux des cornes.

les nageoires et la queue sont curieusement sculptées ; des poinçons en os — l'un d'eux est peut-être un des plus longs qui ait jamais été trouvé, il mesure $0^m,332$ —, des lissoirs gravés de traits, des os d'oiseaux couverts aussi de traits, des fragments d'aiguilles, une série de petites incisives de Ruminant, toutes percées d'un trou de suspension, une incisive de Bovidé percée aussi, des pendeloques en os, une vertèbre de poisson également percée, une canine de Renne, noircie par le feu et percée d'une double perforation allongée en forme d'entailles, deux coquilles marines percées (*Nassa neritea* et *Columbella*). *b.* De très beaux silex taillés dont quelques-uns sont remarquables par leur fini et leurs fines retouches.

» J'ajoute que j'ai trouvé aussi dans la grotte Rey des ossements humains, notamment des vertèbres, les uns presque à la surface du sol, les autres en plein foyer.

» *Grotte de Cro Magnon.* — Sur les indications du propriétaire de cette grotte-abri, j'ai repris, au mois d'août 1893, les fouilles immédiatement au-dessous du point où l'on a trouvé, en 1868, les célèbres ossements humains décrits par Broca. Après avoir fait enlever la terre qui avait servi à remblayer le trou fait à cette époque, j'ai mis à nu, sur une longueur de $3^m$ et sur une largeur de $1^m,75$ à $2^m$, un gisement magdalénien *non remanié* que j'ai fouillé *moi-même* sur une épaisseur de $1^m$ environ.

» Ce foyer, dont j'ai eu soin de faire passer la terre au crible [1] par un ouvrier spécial, m'a donné, non seulement de très beaux silex remarquables par leur teinte blanc de lait ou jaune, parfois aussi diaprés de veines roses, brunes ou jaunâtres, tels que grattoirs [2], pointes, lames, burins, etc., mais encore un joli petit poinçon en os, une lame osseuse ornée de traits irrégulièrement gravés et, pièce surtout remarquable, une côte longue de $0^m,24$, arrondie à l'une de ses extrémités et dont les deux bords, arrondis également, sont creusés d'une série de coches assez régulièrement espacées. Enfin, je dois citer encore une incisive de grand Équidé percée d'un trou de suspension, gravée de nombreux traits encoches sur toutes ses faces et dans toute sa longueur et une *Cypræa europæa* percée.

» Quant à la faune, elle est très peu nombreuse ; elle comprend, outre le Renne, les genres *Equus, Cervus, Bos, Capra* et *Canis*.

» *Grotte de la Fontaine.* — Cette grotte, d'une exploration très difficile en ce qu'elle est constamment remplie d'eau, presque jusqu'à la voûte, sert de fontaine aux habitants du pays. Aussi n'a-t-elle pu être fouillée que pendant un nombre de jours limité et encore à la condition d'avoir recours, pendant tout le temps des fouilles, à une pompe d'épuisement manœuvrant sans interruption, sous peine d'accidents.

---

(1) Comme d'ailleurs je l'avais fait aussi pour les nombreux mètres cubes de terre que j'ai extraits des grottes Rey et des Combarelles.

(2) L'un deux mesure $0^m,14$ de longueur.

» Elle n'a jamais été habitée et n'aurait pu l'être d'ailleurs. La couche d'ossements que l'on y rencontre a été découverte, il y a quelques années, pendant le cours de certains travaux de curage.

» Elle est située dans une sorte de faille ou crevasse située à peu de distance de la voûte, au milieu d'une terre argileuse rougeâtre. Les animaux, dont j'ai trouvé les ossements plus ou moins nombreux, et les dents, sont : un Éléphant, un Équidé, deux Bœufs de taille différente, un Cerf, un Ours dont j'ai les deux mandibules droite et gauche, une Hyène représentée par plusieurs mandibules et un Canidé.

» J'espère y faire prochainement de nouvelles fouilles.

» B. Époque néolithique. — Je me bornerai à citer seulement le nom des stations de l'époque néolithique que j'ai explorées, réservant les développements qu'elles comportent pour une prochaine Communication.

» Ce sont :

» 1° La station de Pageyral, située dans la propriété de ce nom, presque en face de Langerie-Basse, sur la rive opposée de la Vézère. J'y ai trouvé, notamment dans un terrain planté de vignes, un certain nombre d'éclats de silex, ainsi que des outils entiers ou brisés.

» 2° La station de Sireuil, dans la vallée de la Beune, sur un petit plateau, à quelques mètres seulement de la rivière de ce nom. J'y ai recueilli de beaux grattoirs en silex, des nucléus, des lames, de nombreux éclats de silex et un fragment de hache polie. J'ai exploré ce gisement à plusieurs reprises, en 1892, 1893, ainsi qu'au mois d'avril dernier.

» 3° La station de Pagenal. Il s'agit d'un vaste plateau de $3^{ha}$ environ de superficie, qui domine la rive gauche de la Vézère et dont une partie est exploitée pour ses carrières de kaolin. Là, également, il m'a été donné de trouver à la surface du sol des silex taillés, de nombreux éclats et une hache polie. »

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Pleschner** adresse deux Notes relatives à diverses questions médicales.

(Commissaires : MM. Larrey, Verneuil.)

M. **Ch. Antonietti** adresse une Note relative à la direction des aérostats.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

## CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte qu'elle a faite dans la personne de M. *A. Hannover*, Correspondant pour la Section de Médecine et Chirurgie, décédé à Copenhague le 7 juillet dernier.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Rollet*, Correspondant pour la Section de Médecine et Chirurgie, décédé à Lyon le 2 août.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une petite Carte du « Ciel de France du 1er septembre à 9h du soir », par M. *J. Vinot*.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les groupes de substitutions isomorphes aux groupes symétriques ou alternés.* Note de **M. Maillet**, présentée par M. Jordan.

« Soit T un sous-groupe d'ordre $\mathfrak{E}$ du groupe symétrique ou alterné S de $n$ éléments $a_1, \ldots, a_n$, d'ordre $\mathfrak{S}$. Supposons $\mathfrak{S} > 2\mathfrak{E}$ et $n > 4$ : on peut former un groupe transitif G, d'ordre $\mathcal{G}$, de degré $\rho = \frac{\mathfrak{S}}{\mathfrak{E}}$, holoédriquement isomorphe à S, le groupe T correspondant au groupe H des substitutions de G qui laissent une même lettre de G immobile. Inversement tout isomorphe holoédrique de S peut être formé de cette manière.

» Admettons que G ne se confonde ni avec le groupe symétrique, ni avec le groupe alterné de $n$ éléments : les groupes transitifs de ce genre ont été considérés par MM. Kronecker, Jordan et Netto.

» On peut énoncer à leur sujet les propriétés suivantes :

I. — S *est un groupe symétrique.*

» Théorème I. — *En général* G *n'est qu'une fois positif; les seules exceptions, correspondant à des groupes connus, ont lieu pour* $n \leq 6$, $\rho$ *pouvant prendre les valeurs* 10 *et* 6.

» Il suffit d'établir ce théorème pour le cas où G est positif; alors, quand T contient une substitution circulaire d'ordre 3, on trouve deux catégories de groupes primitifs, que l'on peut former directement; quand T ne contient pas de substitution circulaire d'ordre 3, on sait, d'après M. Bochert ([1]), que $\rho$ n'est pas inférieur à $\left(\frac{n}{2}\right)!$ ou $\left(\frac{n+1}{2}\right)!$ suivant que $n$ est pair ou impair; la démonstration s'achève en s'appuyant sur le lemme suivant :

» Lemme I. — *Dans un groupe* G' *deux fois transitif quelconque, de degré* $\rho$, *d'ordre* $\mathcal{G}'$, *une substitution quelconque a toujours au moins* $\rho - 1$ *transformées distinctes; par suite, le nombre des substitutions échangeables à une substitution quelconque de ce groupe est* $\leqq \frac{\mathcal{G}'}{\rho - 1}$.

» Théorème II. — G *ne peut contenir un groupe* K *transitif entre les lettres qu'il déplace et de degré* $< \rho$, *si* $> 8$.

» Théorème III. — *En général,* G *ne peut renfermer de substitution circulaire quand* $n > 8$. *Cependant il existe des groupes* G *de degré* $2n$ ($n$ *impair*), *non primitifs, contenant une substitution circulaire d'ordre* $2n$, *et pour lesquels* H *est holoédriquement isomorphe au groupe alterné de* $n - 1$ *éléments.*

» La démonstration s'appuie sur les lemmes suivants :

» Lemme II. — *Un groupe transitif ne peut renfermer de substitution circulaire d'ordre* $h$ *que s'il est primitif ou composé avec un sous-groupe d'ordre non premier à* $h$.

» Lemme III. — *Un groupe primitif de degré* $\rho$ *ne peut renfermer de substitution circulaire d'ordre* $h$ *que si* $h = \rho$ *ou si le groupe est deux fois transitif.*

» Ce dernier lemme est une conséquence directe d'un théorème de M. Jordan ([2]).

II. — S *est un groupe alterné.*

» Les raisonnements et les propriétés sont analogues :

» Théorème IV. — *En général,* G *n'est qu'une fois transitif; les seules exceptions, correspondant à des groupes connus, ont lieu pour* $n \leqq 8$, $\rho$ *pouvant prendre les valeurs* 15, 10 *et* 6.

» Théorème V. — G *ne peut contenir un groupe* K *transitif entre les lettres qu'il déplace et de degré* $< \rho$, *si* $n > 8$.

---

([1]) *Mathematische Annalen*, t. XXXIII, p. 584.
([2]) *Journal de Liouville*, 2e série, t. XVI, p. 384; 1871.

» Théorème VI. — G *ne peut renfermer de substitution circulaire quand* $n > 8$.

» Pour le cas de $n = 8$, il existe effectivement ([1]) un groupe de degré 15, deux fois transitif, d'ordre 15, 14, 12, 8, holoédriquement isomorphe au groupe alterné de 8 éléments et renfermant une substitution circulaire d'ordre 15 correspondant à la substitution

$$(a_1 a_2 a_3 a_4 a_5)(a_6 a_7 a_8).$$

» Les théorèmes III et VI avaient été établis par M. Netto ([2]) dans le cas où la substitution circulaire est d'ordre $p^m$ ($p$ étant un nombre premier). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les zéros de certaines fonctions discontinues. Principe de la méthode pour trouver les zéros de certaines fonctions.* Note de M. **Desaint**, présentée par M. Poincaré. (Extrait.)

« .... J'arrive à certains résultats qui se rattachent aux deux propriétés suivantes :

» 1° Si

$$V(x,y,z)\,dx\,dy\,dz,\quad A(x,y,z)\,dx\,dy + B(x,y,z)\,dx\,dz + C(x,y,z)\,dy\,dz,$$
$$A(x,y,z)\,dx + B\,dy + C\,dz$$

conservent un signe constant quand $(x,y,z)$ varie respectivement dans les volumes V, sur les surfaces S, sur les lignes L; si, de plus, $\Phi(x,y,z;X,Y,Z)$ garde un signe constant pour toutes valeurs des variables, les trois fonctions de chaque groupe

$$\left\{\begin{aligned}
f_V &= \iiint_{V_1+V_2+\ldots+V_n} \frac{V(x,y,z)\,dx\,dy\,dz\,(X-x)}{\Phi[(X-x)^2+(Y-y)^2+(Z-z)^2]} \equiv f(X,Y,Z),\\
\varphi_V &\equiv \iiint_{V_1+V_2+\ldots+V_n} \frac{V(x,y,z)\,dx\,dy\,dz\,(Y-y)}{\Phi[(X-x)^2+(Y-y)^2+(Z-z)^2]} \equiv \varphi(X,Y,Z),\\
\psi_V &\equiv \iiint_{V_1+V_2+\ldots+V_n} \frac{V(x,y,z)\,dx\,dy\,dz\,(Z-z)}{\Phi[(X-x)^2+(Y-y)^2+(Z-z)^2]} \equiv \psi(X,Y,Z),
\end{aligned}\right.$$

---

([1]) Jordan, *Traité des substitutions, groupes linéaires.*
([2]) *Journal für Math.*, t. C, p. 436.

$$\left\{\begin{aligned} f_S &\equiv \iint_{S_1+S_2+\ldots+S_n} \frac{[A(x,y,z)\,dx\,dy + B(x,y,z)\,dx\,dz + C(x,y,z)\,dy\,dz]\,(X-x)}{\Phi[(X-x)^2+(Y-y)^2+(Z-z)^2]} \equiv f(X,Y,Z),\\ \varphi_S &\equiv \iint_{S_1+S_2+\ldots+S_n} \frac{(A\,dx\,dy + B\,dx\,dz + C\,dy\,dz)\,(Y-y)}{\Phi[(X-x)^2+(Y-y)^2+(Z-z)^2]} \equiv \varphi(X,Y,Z),\\ \psi_S &\equiv \iint_{S_1+S_2+\ldots+S_n} \frac{(A\,dx\,dy + B\,dx\,dz + C\,dy\,dz)\,(Z-z)}{\Phi[(X-x)^2+(Y-y)^2+(Z-z)^2]} \equiv \psi(X,Y,Z), \end{aligned}\right.$$

$$\left\{\begin{aligned} f_L &\equiv \int_{L_1+L_2+\ldots+L_n} \frac{[A_1(x,y,z)\,dx + B_1(X,y,z)\,dy + C_1(x,y,z)\,dz]\,(X-x)}{\Phi[(X-x)^2+(Y-y)^2+(Z-z)^2]} \equiv f(X,Y,Z),\\ \varphi_L &\equiv \int_{L_1+L_2+\ldots+L_n} \frac{[A_1(x,y,z)\,dx + B_1\,dy + C_1\,dz]\,(X-y)}{\Phi[(X-x)^2+(Y-y)^2+(Z-z)^2]} \equiv \varphi(X,Y,Z),\\ \psi_L &\equiv \int_{L_1+L_2+\ldots+L_n} \frac{(A_1\,dx + B_1\,dy + C_1\,dz)\,(Z-z)}{\Phi[(x-x)^2+(Y-y)^2+(Z-z)^2]} \equiv \psi(X,Y,Z), \end{aligned}\right.$$

discontinues respectivement par tout point des V, des S, des L, ont leurs zéros communs en X, Y, Z à l'intérieur de toute surface convexe entourant les surfaces V, les surfaces S, les lignes L correspondantes.

» I. Considérons maintenant $f_L$, $\varphi_L$, $\psi_L$, où $\Phi \equiv 1$ $Z = z = 0$; dans le cas présent $\psi_L \equiv 0$; de plus, on a

$$f_L = \int_{L_1+L_2+\ldots+L_n} \frac{[A(x,y)\,dx + B(x,y)\,dy](X-x)}{[(X-x)^2+(Y-y)^2]};$$
$$\varphi_L = \int_{L_1+L_2+\ldots+L_n} \frac{[A(x,y)\,dx + B(x,y)\,dy](Y-y)}{[(X-x)^2+(Y-y)^2]};$$

les solutions communes de $f_L = 0$, $\varphi_L = 0$ sont les solutions réelles de $f_L - i\varphi_L = 0$, qui s'écrit $\int_{L_1+L_2+\ldots+L_n} \frac{A\,dx + B\,dy}{Z-z}$, en faisant $X + iY = Z$, $x + iy = z$; si nous considérons $F(Z) \equiv \int_{L_1+L_2+\ldots+L_n} \frac{A(x,y)\,dx + B\,dy}{Z-z}$, on a:

» Théorème. — *Si* $A\,dx + B\,dy$ *conserve un signe constant sur des arcs de courbes* $L_1, L_2, \ldots, L_n$, *la fonction* $F(z) \equiv \int_{L_1+L_2+\ldots+L_n} \frac{A\,dx + B\,dy}{Z-z}$, *qui admet* $L_1, \ldots, L_n$ *comme coupures a ses zéros à l'intérieur de tout contour convexe entourant les coupures* $L_1, L_2, \ldots, L_n$.

» Théorème. — *Si* $f(z)\,dz$ *reste réelle et garde un signe constant le long d'arcs* $L_1, L_2, \ldots, L_n$ *de courbes, la fonction* $F(Z) = \int_{L_1+L_2+\ldots+L_n} \frac{f(z)\,dz}{Z-z}$, *qui admet* $L_1, L_2, \ldots, L_n$ *comme coupures à ses zéros à l'intérieur de tout contour convexe entourant ces lignes.*

» On peut encore présenter sous une autre forme ces théorèmes; soit $t$

un paramètre en fonction duquel les coordonnées $(x, y)$ d'un point d'une courbe L s'expriment, on a le théorème :

» Théorème. — *Si* $H(t)$ *garde un signe constant de* $t_1$ *à* $t_2$ *et si* $g(t)$ *est uniforme, la fonction* $F(z) = \int_{t_1}^{t_2} \frac{H(t)\,dt}{Z - g(t)}$, *qui admet la courbe* $L\left[\overset{t_1}{\underset{t_2}{z}} = g(t)\right]$ *comme coupure, a ses zéros à l'intérieur de tout contour convexe entourant* L.

» Théorème. — *Si* $A(x, y)\,dx\,dy$ *conserve un signe constant dans les surfaces* $S_1 S_2 \ldots S_n$, *la fonction* $F(z) \equiv \int_{s_1 + s_2 + \ldots + s_n} \frac{A(x, y)\,dx\,dy}{Z - z}$ *où* $z = x + iy$, *qui admet les lignes limitant* $S_1 S_2 \ldots S_n$ *comme coupures, a ses zéros à l'intérieur de tout contour convexe entourant* $S_1 S_2, \ldots, S_n$.

» 2° Considérons maintenant, au lieu d'intégrales, des séries, autres formes d'un nombre infini de termes; la plupart des résultats qui suivent dérivent de la propriété suivante :

» Si $F_1(\alpha, \beta, \gamma, \ldots, \lambda)$ est représentée par une série

$$\Sigma f_1(\alpha, \beta, \gamma, \ldots, \lambda, m, n, p, \ldots, r),$$

le signe $\Sigma$ s'étendant à des valeurs des paramètres $m, n, p, \ldots, r, s$ variant d'une façon non continue suivant une certaine loi, et si, de plus, $a(m, n, p, \ldots, r)$, $b(m, n, p, \ldots, r)$, $c(m, n, p, \ldots, r)$ représentent, lorsque $m, n, p, \ldots, r$ varient, un point quelconque d'un espace V à trois dimensions sous la condition que $f_1 \varphi_1(x, y, z, m, n, \ldots, p, \ldots, r)$ garde un signe constant lorsque $x, y, z, m, n, p, \ldots, r$ varient, les trois fonctions

$$\Phi_1(x, y, z) \equiv \sum_{1, v_1}^{k, v_k}\sum \frac{f_1(\alpha, \beta, \gamma, \ldots, \lambda, m, n, p, \ldots, r, s)\, \varphi_1(a, b, c, m, n, p, \ldots, r)\,(x - a)}{(x - a)^2 + (y - b)^2 + (z - c)^2},$$

$$\Phi_2(x, y, z) \equiv \sum_{1, v_1}^{k, v_k}\sum \frac{f_1(\alpha, \beta, \gamma, \ldots, \lambda, m, n, p, \ldots, r, s)\, \varphi_1(a, b, c, m, n, p, \ldots, r)\,(y - b)}{(x - a)^2 + (y - b)^2 + (z - c)^2},$$

$$\Phi_3(x, y, z) \equiv \sum_{1, v_1}^{k, v_k}\sum \frac{f_1(\alpha, \beta, \gamma, \ldots, \lambda, m, n, p, \ldots, r, s)\, \varphi_1(a, b, c, m, n, p, \ldots, r)\,(z - c)}{(x - a)^2 + (y - b)^2 + (z - c)^2},$$

ont leurs zéros communs à l'intérieur de toute surface convexe entourant les espaces de discontinuité $V_1 - v_k$.

» En particulier, si les volumes dégénèrent en cylindres infiniment aplatis situés sur le plan des $x, y$, on a le théorème suivant :

» Théorème. — *Si* $F_1(\alpha, \beta, \gamma, \ldots, \lambda)$ *est représenté par une série*

$$\Sigma f_1(\alpha, \beta, \lambda, \ldots, m, n, p, \ldots, r, s),$$

*le signe s'étendant à des valeurs des paramètres* $m, n, p, \ldots, r, s$, *variant sui-*

*vant une loi d'une façon non continue, si* $g_1(m, n, p, \ldots, r, s)$ *représente un point quelconque d'une aire* S, *lorsque* $m, n, p, \ldots, r, s$ *varient et si les termes du développement de* $F_1$ *gardent un signe constant,*

$$\Phi(z) = \sum_{1,s_1}^{k,s_k} \sum \frac{f_1(\alpha, \beta, \gamma, \ldots, \lambda, m, n, p, r, s)}{Z - g_1(m, n, p, \ldots, r, s)},$$

*étendue aux aires* $S_1, S_2, \ldots, S_k$, *et qui admet ces aires comme espaces de discontinuités, a ses zéros à l'intérieur de tout contour convexe entourant* $S_1, S_2, \ldots, S_k$.

» En particulier, $\sum_{1,s_1}^{k,s_k} \sum_{\substack{m,n \text{ entiers} \\ p,r \text{ positifs}}} \frac{\alpha^m s^n \gamma^p \ldots \lambda^r}{Z - \frac{ma_1 + nb_1 + pc_1 + \ldots + rf_1}{m + n + p + \ldots + r}}$, qui admet les polygones convexes $S_1(a, b, c, f) \ldots, S_k(a_k, b_k, \ldots, f_k)$ comme espaces lacunaires, a ses zéros à l'intérieur de tout contour convexe entourant ces polygones, pour les valeurs de $\alpha, \beta, \ldots, \lambda$ ayant le même signe et de module inférieur à 1. »

MÉCANIQUE. — *Sur les équations de la Dynamique.* Note de M. **R. Liouville**, présentée par M. Poincaré.

« M. W. Vladimir de Tannenberg a présenté, sur les équations de la Dynamique, deux Notes, l'une le 30 juillet 1894, l'autre, à laquelle il renvoie dans cette dernière, le 25 mai dernier. Il existe, entre les recherches de M. de Tannenberg et celles que j'ai publiées dans les *Comptes rendus* ou le *Journal de l'École Polytechnique*, un lien essentiel, qui a évidemment échappé à l'attention de ce géomètre et que je voudrais faire remarquer.

» La méthode indiquée par M. de Tannenberg repose entièrement sur les propriétés d'un système différentiel *linéaire, invariablement lié aux équations de la Dynamique*, et dont il indique la construction explicite. J'ai déjà, dans une Note présentée à l'Académie le 7 octobre 1889, indiqué, notamment pour étudier les cas où il n'existe que deux degrés de liberté, le secours que l'on peut tirer de la considération d'un certain système linéaire, invariablement lié aux équations du mouvement ou aux équations plus générales que j'avais en vue. Ce système est *adjoint à celui que M. de Tannenberg a pris pour base de ses travaux.*

» J'ai signalé aussi, vers la fin de la Note citée, que la méthode s'applique, sans aucune modification essentielle, *quel que soit le nombre des degrés de liberté*. Dans le Mémoire détaillé, inséré au *Journal de l'École Polytechnique* (LIX[e] Cahier, 1890), j'ai encore, pour le même objet, utilisé le système adjoint dont se sert M. de Tannenberg, et indiqué en particulier que les équations *associées* deviennent précisément celles de la Dynamique, quand le système linéaire dont il s'agit admet une intégrale du second degré (p. 68 du Mémoire). Quand le nombre des degrés de liberté est quelconque, une proposition analogue a lieu, généralisation immédiate de la précédente; c'est un théorème contenu, bien que sous une forme un peu différente, dans ma Note du 25 avril 1892, « Sur un problème » d'analyse qui se rattache aux équations de la Dynamique » et retrouvé par M. de Tannenberg (*Comptes rendus*, 25 mai 1894).

» L'application de ces principes au problème de M. Lipschitz, également traité par M. de Tannenberg, a été donnée dans ma Note du 12 septembre 1892. J'ai le regret d'ajouter que, n'ayant pas connu en temps utile les résultats obtenus par M. Lipschitz, je n'ai point, à cette occasion, rappelé les travaux de l'éminent géomètre sur ce même sujet. Cette circonstance seule m'aurait conduit plus facilement encore, s'il eût été nécessaire, à reconnaître que c'est grâce à une coïncidence toute fortuite que M. de Tannenberg a indiqué comme nouveaux une méthode et quelques résultats que j'avais publiés avant lui. »

CHIMIE. — *Sur l'hydrate carbonique et la composition des hydrates de gaz.* Note de M. **P. Villard** (¹).

« L'hydrate carbonique découvert par Wroblewski (²) offre la plus grande ressemblance avec l'hydrate de protoxyde d'azote (³). Ces composés, à forte tension de dissociation, se détruisant sous la tension maxima du gaz à température peu élevée (+10 et +12), s'obtiennent dans les mêmes conditions. Leur formation est accompagnée de phénomènes rappelant la surfusion et qui paraissent constants pour les corps de ce genre.

» La combinaison du gaz avec l'eau peut avoir lieu par simple compression dans des

(¹) Ce travail a été fait au laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure.
(²) *Comptes rendus*, t. XCIV, p. 954.
(³) *Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 954.

tubes non lavés, où la surfusion se produirait difficilement. Avec des tubes très propres et de l'eau exempte de poussières il n'en est plus ainsi, et l'agitation même, aidée par du mercure, reste sans effet parfois jusqu'à — 9°. L'introduction d'un cristal du composé fait cesser cet état de choses, mais n'est pas nécessaire : il suffit d'agiter l'eau et le gaz avec des corps solides, tels que des fragments de platine, et on réussit alors bien au-dessus de 0°. Les résultats sont les mêmes avec de l'eau ayant contenu récemment de l'hydrate.

» Une congélation même locale provoque toujours la réaction. Mais aucun des deux gaz ne se combine avec la glace : celle-ci ne paraît agir que comme corps froid, ou comme corps solide favorisant l'agitation, si elle est à 0°.

» Au-dessous de 0°, les deux hydrates ne se décomposent pas sensiblement sous la pression ordinaire, sauf en présence d'eau liquide, dont ils ne font pas cesser la surfusion.

» Leur forme cristalline est la même, et ils n'agissent ni l'un ni l'autre sur la lumière polarisée.

» Les résultats obtenus en analysant l'hydrate carbonique par le procédé décrit à propos du protoxyde d'azote conduisent aux formules suivantes :

$$CO^2.6{,}1H^2O, \quad CO^2.6{,}0H^2O, \quad CO^2.6{,}2H^2O, \quad CO^2.5{,}9H^2O.$$

» J'ai admis que la composition exacte serait représentée par la formule

$$CO^2.6H^2O,$$

qui est semblable à celle de l'hydrate de protoxyde d'azote $Az^2O, 6H^2O$.

» Les chaleurs de formation des deux composés sont les mêmes, soit $15^{cal},0$ pour une molécule, en partant du gaz libre et de l'eau liquide. La chaleur de dissolution des hydrates, sous pression, est très sensiblement celle de fusion de l'eau combinée, et ce dernier résultat semble être une confirmation de la formule que j'ai admise.

» Cette similitude de composition m'a paru être, non pas un fait isolé, mais plutôt l'expression d'une loi générale des hydrates de gaz, exception faite pour les hydracides qui peuvent former avec l'eau plusieurs composés définis parfois très stables.

» J'ai été ainsi conduit à étudier les hydrates de deux gaz très différents, de l'acide carbonique et du protoxyde d'azote, susceptibles en particulier de se combiner avec la glace, l'acide sulfureux et le chlorure de méthyle. Pour le premier surtout, j'ai dû modifier un peu la méthode d'analyse, en raison de sa solubilité considérable et de la facilité avec laquelle il se transforme en acide sulfurique dont la présence, même en quantité minime, aurait faussé nécessairement les résultats, en retenant de l'eau.

» Un tube de faible volume est taré successivement vide, avec un peu de mercure,

après addition d'eau (environ $1^{gr}$) et vide d'air, après introduction d'un excès de gaz liquéfié; l'hydrate est alors produit, étendu sur les parois, laissé plusieurs jours à 0° en présence du gaz en excès, et agité fréquemment. Le tube est ensuite ouvert au-dessous de 0°, ramené à 0°, fermé et taré à nouveau; il est enfin pesé vide pour vérifier les précédentes pesées. Dans les deux dernières analyses, il a été tenu compte de la très faible quantité d'eau entraînée par le dégagement de l'excès de gaz. Toutes corrections faites, j'ai été conduit aux formules

$$SO^2.6,1\,H^2O,\quad SO^2.6,0\,H^2O,\quad SO^2.6,00\,H^2O,\quad SO^2.6,02\,H^2O.$$

» Pour le chlorure de méthyle, les opérations ont pu être un peu simplifiées; elles ont donné, pour la composition cherchée,

$$CH^3Cl.6,0H^2O,\quad CH^3Cl.6,3H^2O,\quad CH^3Cl.6,25H^2O,\quad CH^3Cl.6,0H^2O,\quad CH^3Cl.5,9H^2O.$$

» Les formules exactes sont vraisemblablement

$$SO^2, 6H^2O,\quad CH^3Cl, 6H^2O.$$

» Ces résultats constituent évidemment une forte présomption en faveur de l'hypothèse suivant laquelle tous les hydrates de gaz (exception faite pour les hydracides) auraient la même constitution, exprimée par la formule générale M, $6H^2O$.

» Une loi de ce genre ne peut être évidemment démontrée que par les analyses rigoureuses de tous les composés analogues, dont le nombre dépasse 20; mais elle est dès maintenant assez probable pour que j'aie tenu à l'énoncer afin de prendre date à ce sujet. Elle ne me paraît pas d'ailleurs pouvoir être sérieusement infirmée par les analyses faites jusqu'à présent, s'il est permis d'en juger par celles que j'ai reprises.

» En général, la dessiccation des cristaux a été imparfaite.

» M. Roozeboom (1), dont les analyses sont les meilleures, a trouvé pour l'hydrate sulfureux des nombres de molécules d'eau variant de 7,3 à 7,9, assez éloignés du nombre admis 7. M. Roozeboom a, il est vrai, employé avant moi la méthode qui m'a servi, mais dans une seule expérience qui a donné en effet 7. L'agitation était peut-être insuffisante, défaut auquel j'ai remédié par l'addition de mercure. Peut-être aussi s'est-il formé une trace d'acide sulfurique, ce que j'ai évité en faisant le vide et n'employant que de l'acide sulfureux purgé d'air au point de n'entrer en ébullition, sous la pression ordinaire, qu'au delà de + 30°.

» Pour l'hydrate de chlore, la formation de HCl peut devenir une cause d'erreur; la meilleure analyse de M. Roozeboom donne $8^{mol},43$ d'eau au lieu de 8, nombre admis. Un écart de ce genre laisse subsister quelques doutes sur l'exactitude de la formule $Cl^2$, $8H^2O$.

» Les analyses d'hydrate carbonique faites par Wroblewski donnent des nombres compris entre 7,21 et 8,88. Le volume de gaz combiné n'atteignait pas $1^{cc}$. Je ne con-

(1) *Recueil des Travaux chimiques des Pays-Bas*, t. III.

sidère pas non plus comme exacte la formule donnée par M. de Forcrand et moi [1] pour l'hydrate de chlorure de méthyle. La durée de l'expérience (douze heures) était insuffisante.

» J'ajouterai que tous ces composés ont probablement la même forme cristalline. Les hydrates de $Az^2O$, $CO^2$, $SO^2$, $CH^3Cl$ offrent les mêmes apparences et n'agissent pas sur la lumière polarisée, fait déjà constaté pour l'hydrogène sulfuré [2]. Il en serait autrement, d'après M. Roozeboom, pour l'hydrate de chlore, mais ce corps, examiné à l'abri de toute lumière étrangère, m'a paru tout à fait inactif, même avec l'aide d'un quartz teinté sensible. D'ailleurs M. Ditte [3] a observé des octaèdres presque parfaits et des cristaux rappelant ceux de $AzH^4Cl$. Cette ressemblance m'a paru complète aussi bien pour l'hydrate de chlore que pour les autres, quand ils se forment au sein de l'eau. »

CHIMIE. — *Sels basiques de calcium*. Note de M. **Tassilly**.

« La chaux possède la propriété de s'unir aux combinaisons halogénées du calcium pour former des sels basiques.

» L'un d'entre eux, l'oxychlorure $CaCl^2.3CaO.16H^2O$, a été étudié par M. Ditte qui a examiné la stabilité de ce corps en présence de l'eau et du chlorure de calcium dissous [4] et par M. André qui a déterminé sa chaleur de formation [5]. L'oxybromure et l'oxyiodure font l'objet de la présente Note.

» Löwig a autrefois signalé un oxybromure obtenu en chauffant du bromure de calcium avec un lait de chaux. Il obtint ainsi un corps cristallisé en fines aiguilles et ressemblant à l'oxychlorure [6].

» Voici comment j'ai opéré pour préparer ce corps. On dissout à chaud 100gr de bromure dans 75cc d'eau, puis, on ajoute 3gr de chaux par petites portions et en agitant. Le tout est maintenu à une douce chaleur pendant quelques minutes, puis filtré sur un entonnoir à filtration chaude. Le liquide, filtré et abandonné au refroidissement

---

(1) *Comptes rendus*, t. CVI, p. 1402.
(2) De Forcrand, *Thèse de Paris*, 1882.
(3) *Comptes rendus*, t. XCV, p. 1283.
(4) *Comptes rendus*, t. XCI, p. 596.
(5) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. III, p. 66.
(6) Gmelin, 2e série, t. I, p. 394.

en évitant l'action de l'acide carbonique de l'air, laisse déposer de belles aiguilles. Les cristaux sont essorés, lavés avec une solution de bromure de calcium à 25 pour 100 et enfin séchés sur du papier. Ils s'agglomèrent et prennent l'apparence de paillettes nacrées.

» L'analyse conduit à la formule $CaBr^2.3CaO.16H^2O$.

» L'an dernier j'ai signalé [1] un oxyiodure répondant à la formule $CaI^2.3CaO.16H^2O$ et j'ai donné un mode de formation de ce corps, qui d'ailleurs peut être préparé plus avantageusement en suivant le mode opératoire indiqué plus haut pour l'oxybromure.

» L'oxybromure et l'oxyiodure de calcium sont décomposés par l'eau, l'alcool, l'acide carbonique et les acides plus énergiques. Ils se dissolvent facilement dans les hydracides et dans l'acide nitrique très étendu. Ce dernier, insuffisamment dilué, dissout l'oxyiodure avec mise en liberté d'iode. L'acide sulfurique transforme ces corps en sulfates.

» J'ai déterminé la chaleur de dissolution du corps $CaBr^2.3CaO.16H^2O$ en le dissolvant dans l'acide bromhydrique étendu.

» J'ai trouvé ainsi, vers 20°,

$CaBr^2.3CaO.16H^2O + 6HBr$ étendu dégage.......... $+63^{Cal},55$

or, d'autre part,

$6HBr$ dissous $+ 3CaO$ solide dégage.................. $+138^{Cal}$
$CaBr^2 +$ eau $= CaBr^2$ dissous dégage.................. $+24^{Cal},4$

» La chaleur de formation du composé à partir du bromure de calcium, de la chaux solide et de l'eau liquide sera donnée par

$$138^{Cal} + 24^{Cal},4 - 63^{Cal},55 = 98^{Cal},85$$

et la même chaleur de formation à partir de l'eau solide par

$$138^{Cal} + 24^{Cal},4 - 63^{Cal},55 - 24^{Cal},4 = 76^{Cal},45.$$

On obtient ainsi

$CaBr^2 + 3CaO + 16H^2O$ liquide dégage.............. $+98^{Cal},85$
$CaBr^2 + 3CaO + 16H^2O$ solide dégage................ $+76^{Cal},45$

» J'ai également déterminé la chaleur de dissolution du corps $CaI^2 3CaO 16H^2O$ en le dissolvant dans l'acide iodhydrique étendu.

» J'ai trouvé vers 20°

$CaI^2 3CaO 16H^2O + 6HI$ étendu dégage.............. $+63^{Cal},4$

(1) *Bull. Soc. Chim.*, 3e série, t. IX, p. 629.

or, d'autre part,

$6HI$ dissous + $3CaO$ solide dégage .................... $+138^{Cal}$
$CaI^2$ + eau = $CaI^2$ dissous dégage .................... $+27^{Cal},6$

» La chaleur de formation du composé à partir de l'iodure de calcium, de la chaux solide et de l'eau prise successivement à l'état liquide et à l'état solide, sera donnée par

$CaI^2 + 3CaO + 16H^2O$ liquide dégage ................. $+102^{Cal},3$
$CaI^2 + 3CaO + 16H^2O$ solide dégage ................. $+79^{Cal},3$

» Résumons dans un Tableau les nombres fournis par nos déterminations et ceux qui ont été obtenus par M. André. Nous avons :

| | Chaleur de dissolution. | Chaleur de formation. | |
|---|---|---|---|
| | | Eau liquide. | Eau solide. |
| | Cal | Cal | Cal |
| Oxychlorure ........ | 63,4 | 92,00 | 69,12 |
| Oxybromure ........ | 63,55 | 98,85 | 76,45 |
| Oxyiodure .......... | 63,3 | 103,30 | 79,3 |

On remarquera que les composés de la forme $CaM^2.3CaO.16H^2O$, dans lesquels M représente le chlore, le brome ou l'iode, ont sensiblement même chaleur de dissolution dans les hydracides correspondants. »

## CHIMIE AGRICOLE. — *Sur l'emploi des levures sélectionnées.* Note de M. Charles Fabre.

« 1. Depuis quelque temps, on utilise dans la pratique de la vinification les levures sélectionnées; on a cependant constaté que, par leur emploi, les résultats les plus divergents pouvaient être obtenus.

» Un grand nombre de viticulteurs cherchent en effet à modifier la qualité du vin à produire, sans se préoccuper de la nature du raisin récolté. On semble croire qu'une levure de grand cru, correctement employée, est capable de produire avec un moût commun, un vin comparable à un vin de grand cru. Des observations très nettes montrent au contraire que, dans certaines conditions, mal définies d'ailleurs, les levures sélectionnées ne sont d'aucune utilité. C'est pour préciser ces conditions spéciales que nous avons entrepris depuis 1891 l'étude pratique de ces levures, étude qui a été poursuivie en 1892 et 1893, soit à l'aide d'essais de laboratoire, soit par des expériences faites sur une plus vaste échelle.

» 2. Les essais de laboratoire ont été faits sur des moûts provenant de cépages divers, moûts qui ont été préalablement portés à la température de 70°C. Nous avons recherché si de tels liquides, ensemencés avec des levures sélectionnées, pouvaient produire un vin semblable à un vin de grand cru.

» Les levures mises en expérience nous étaient envoyées par l'Institut de la Claire; nous avons utilisé celles des crus de Margaux, de Sauterne, de Vougeot.

» Les moûts étaient obtenus par le foulage des raisins connus sous le nom de *Cabernet-Sauvignon*, *Merlot*, *Sémillon* (cépages cultivés dans le Bordelais), *Pineau noir*, *Pineau gris*, *Gamay* (cépages de Bourgogne). Nos raisins provenaient de souches américaines, greffées depuis trois, quatre ou cinq ans, et cultivées dans le département de la Haute-Garonne.

» Les résultats obtenus ont été très nets, toutes les fois que la levure de Margaux a été ensemencée sur moût de Cabernet-Sauvignon, celle de Sauterne sur Sémillon, celle de Vougeot sur Pineau noir. Le vin ainsi préparé possède un bouquet très franc, qui s'est développé avec l'âge.

» L'ensemencement des levures : 1° de Vougeot sur moût de Sémillon ou de Merlot; 2° de Margaux sur Pineau gris, a fourni constamment des vins à arome très faible; le bouquet a d'ailleurs disparu assez rapidement. La même levure de Vougeot, ensemencée sur moût de Cabernet-Sauvignon, n'a pas fourni de vin présentant un arome bien prononcé.

» Nous pouvons donc conclure de ces essais qu'un même moût se comporte différemment avec les diverses levures, malgré la stérilisation à 70°C., seule température que l'on puisse atteindre en pratique, à cause du goût de cuit que prend le vin d'un moût chauffé à 80°C. Par suite, si le goût du vin dépend en partie des levures qui président à la fermentation, il dépend aussi, et pour une très large part, de la composition du terrain de culture sur lequel est ensemencé le ferment.

» 3. Les expériences faites en grand nous ont permis de préciser quel était *le meilleur terrain de culture*. Nous avons utilisé les mêmes raisins et les mêmes levures, employés pour nos essais de laboratoire. Les ferments sélectionnés ont été ensemencés dans des fûts contenant environ trois hectolitres de moût.

» On a obtenu un vin très bouqueté, en ensemençant la levure de Margaux sur moût de Cabernet-Sauvignon, celle de Vougeot sur Pineau, sur Gamay, celle de Sauterne sur Sémillon.

» La levure de Vougeot ensemencée sur Sémillon a donné un vin blanc

médiocre, inférieur au vin témoin obtenu sans levure; celle de Margaux sur Pineau a fourni aussi un vin très médiocre. Il est à remarquer que la levure de Margaux ensemencée sur moût de Gamay a produit, en 1893, un vin difficile à clarifier et qui, comme le témoin, a été atteint de la maladie connue sous le nom de *casse* du vin, tandis que la même levure fournissait sur moût de Cabernet-Sauvignon un excellent vin.

» 4. De ces recherches, que nous nous proposons de poursuivre, découlent, dès à présent, les conclusions suivantes :

» 1° Les levures sélectionnées destinées à produire des vins fins ne peuvent être ensemencées dans un moût quelconque.

» 2° L'ensemencement de ces levures doit être fait dans un moût de raisin provenant du ou des cépages acclimatés depuis longtemps dans la région d'où provient la culture sélectionnée. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Des applications périphériques d'alcaloïdes dans le traitement des maladies aiguës à détermination cutanée.* Note de MM. L. GUINARD et GUSTAVE GELEY, transmise par M. A. Chauveau.

« Dans une précédente Note, nous avons signalé la possibilité que l'on a de mettre en jeu le système régulateur de la thermogenèse et de produire, par exemple, la baisse thermique chez les fébricitants par l'action périphérique cutanée de certains alcaloïdes ou glucosides. Nous citions notamment la cocaïne, la solanine, l'helléboréine et la spartéine, comme capables de répondre aux indications découlant du principe général que nous faisions connaître.

» Mais, dans cette Note, nous n'avons présenté que les faits relatifs à l'influence des actions périphériques sur la température, sans nous préoccuper d'une façon spéciale des effets de ces actions sur la courbe générale et la marche des maladies aiguës. A ce point de vue, celles-ci se sont nettement divisées en deux groupes, comprenant, d'un côté, les affections à localisation précise sur un organe important, maladies à détermination centrale ou viscérale; d'autre part, les affections à détermination cutanée.

» Dans les premières, à part les modifications momentanées de la température des vingt-quatre heures, l'action thérapeutique des badigeonnages a été à peu près nulle et n'a en rien modifié la marche, la durée et la gravité de l'affection.

» Mais il n'en a pas été de même dans les maladies aiguës à détermination cutanée. Là, nos badigeonnages, pratiqués exactement et toujours suivant les indications et les règles que nous avons déjà fait connaître, ont donné des résultats fort intéressants, dans tous les cas non compliqués où nous les avons employés. Dans ces essais, nous nous sommes toujours servis de la spartéine, à cause de la longue durée de son action : nous avons constaté d'abord que l'effet momentané, consécutif à chaque badigeonnage, est plus intense dans les maladies à détermination cutanée que dans les affections du premier groupe. Au lieu de 1° à 1°$\frac{1}{2}$, on constate des baisses de température de 3°, 4° et même 5°; de plus, la courbe générale est entièrement modifiée, parfois ramenée immédiatement à la normale; présentant, dans d'autres cas, des oscillations inattendues mais toujours évidemment plus courtes que normalement. C'est en particulier dans la rougeole, la scarlatine, l'érythème noueux, l'eczéma avec fièvre, l'*érysipèle* et la variole que nous avons heureusement employé notre méthode.

» L'action sur la scarlatine elle-même est puissante, mais elle n'a aucun pouvoir sur les complications déjà établies, bien que nous ayons la conviction qu'appliqués à temps les badigeonnages de spartéine peuvent prévenir ces dernières.

» Dans la rougeole, les badigeonnages de spartéine ont une action curative, quand elle est dépourvue de toute complication, de toute localisation pulmonaire un peu marquée; ils n'ont aucun effet thérapeutique dans les autres cas.

» Mais c'est surtout l'érysipèle qui a le plus manifestement bénéficié des effets curatifs des actions périphériques et qui nous a donné les résultats les plus typiques. Nous possédons un nombre assez considérable d'observations heureuses, qui toutes ont parlé dans le même sens et montrent qu'il a suffi, le plus souvent, de trois ou quatre badigeonnages, parfois moins, pour obtenir la baisse définitive de la température et la guérison.

» En effet, dans l'érysipèle, l'action locale n'a pas été moins remarquable que l'action thermique, et, dans tous les cas (sauf un érysipèle chirurgical de la jambe qui se fit en deux poussées), nous avons vu l'exanthème cesser immédiatement de s'étendre et rapidement pâlir et disparaître.

» Ces effets remarquables, constants et bien spéciaux, des badigeonnages de spartéine sur les maladies aiguës à détermination cutanée, sur l'érysipèle en particulier, nous donnaient le droit d'espérer en des résultats

heureux dans la variole, maladie dont la gravité est proportionnée à l'intensité de l'éruption ([1]).

» Dans un cas de variole avec éruptions confluentes, les badigeonnages de spartéine, qui n'avaient pu être commencés qu'au moment où la sérosité des pustules était sur le point de se troubler, ont empêché d'une façon complète la suppuration qui, selon toute apparence, était inévitable. Presque immédiatement les pustules se sont affaissées et se sont ensuite simplement desséchées.

» D'après tout ce que nous avons vu jusqu'à présent, nous croyons que dans la variole les badigeonnages périphériques de spartéine auront une utilité réelle et pourront rendre moins sévère le pronostic soit au point de vue de la terminaison, soit au point de vue des suites.

» Nous recherchons actuellement le mécanisme physiologique de ces actions, dont le point de départ se trouve, comme nous l'avons déjà démontré, dans une influence nerveuse périphérique et dont les résultats sont si remarquables. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur une bactérie coprophile de l'époque permienne.* Note de MM. **B. Renault** et **C.-Eg. Bertrand**, présentée par M. Albert Gaudry.

« La bactérie qui fait l'objet de cette Note a été observée dans deux coprolithes de vertébrés ichthyophages, provenant, l'un des schistes bitumineux de Cordesse, l'autre des schistes d'Igornay. Ces schistes font partie du permien moyen et inférieur du bassin d'Autun.

» Le coprolithe de Cordesse est identique à ceux que M. Gaudry a cru pouvoir attribuer à un reptile très remarquable par ses caractères archaïques, l'*Actinodon Frossardi*. Entier, il mesurait $31^{mm}$ de long sur $15^{mm}$ de large. Il consiste en une bande large de $20^{mm}$, épaisse de $0^{mm},6$, roulée en spirale; cette conformation du coprolithe indique une valvule spirale chez l'animal qui l'a produit.

» Le coprolithe d'Igornay montre également l'action d'une valvule spirale, mais à partir du troisième tour la bande forme des plis rayonnants

([1]) Faute de malades, nous n'avons pas pu multiplier nos essais autant que nous l'aurions voulu; mais, étant donnée l'importance pratique de ces résultats, nous avons cru bon, quitte à y revenir bientôt, de faire connaître nos premières constatations.

du centre à la périphérie. Ce coprolithe provient d'une espèce animale différente de l'*Actinodon*.

» Les deux coprolithes contiennent de nombreuses écailles de *Palæoniscus*, qui paraissent toutes provenir de la même espèce. L'alimentation ichthyophage était donc la même pour les deux animaux.

» Le coprolithe de Cordesse ne présente la bactérie que nous allons décrire que dans ses trois premiers tours externes; elle est beaucoup moins nombreuse dans le troisième tour que dans les deux premiers; elle disparaît au début du quatrième; les suivants en sont totalement dépourvus, d'ailleurs les matières alimentaires incomplètement digérées ont encore leur structure reconnaissable dans le septième tour. La bactérie existe dans toute la masse du coprolithe d'Igornay, mais toujours plus abondante vers l'extérieur. C'est dans le coprolithe de Cordesse que nous avons obtenu les meilleures préparations, en particulier celles qui nous ont permis de prendre des photographies.

» La bactérie de Cordesse consiste en bâtonnets rectilignes, longs de $14\,\mu$ à $16\,\mu$, remarquablement larges, $2^{\mu},5$ en moyenne et jusqu'à $3^{\mu},3$, arrondis aux deux bouts. Les bâtonnets de $20\,\mu$ à $25\,\mu$ sont formés de deux articles contigus, placés dans le prolongement l'un de l'autre. Quand les bâtonnets sont plus longs, leurs articles sont nettement écartés, ou bien ils font entre eux des coudes brusques. La bactérie est à l'état d'éléments isolés ou de diplobacilles dans les deux premiers tours. Les cellules se séparaient donc après une ou deux divisions. On la trouve formant des streptobacilles ou des chaînettes entre les bols alimentaires du troisième tour et dans les plis de ces bols. Là les chaînettes sont alignées entre les masses alimentaires. Plus extérieurement, c'est-à-dire dans les tours 1 et 2, il y a des bacilles orientés en tous sens, mais un grand nombre suivent encore la surface très effacée des aliments. Dans ces régions externes, on voit, mêlés aux bacilles, des articles courbés, d'autres tordus en vibrions, et un assez grand nombre de bâtonnets hélicoïdes à aspect spirillien. De même, les plus longs streptobacilles sont tordus et rappellent l'aspect que prennent les filaments de *Cladothrix dichotoma* lorsque cette bactérie va donner ses formes mobiles.

» Ces formes contournées indiquent-elles que la bactérie permienne a été douée de mobilité dans l'un de ses états? Cela nous paraît extrêmement probable. C'est l'existence de nombreuses formes de transition, entre les états extrêmes que nous avons reconnus, qui nous porte à penser qu'il s'agit d'une seule espèce bactérienne, douée d'un certain polymorphisme, mais il nous est impossible actuellement de démontrer qu'il ne s'agit pas d'un mélange d'espèces, la nature du milieu où vivait la bactérie comportant habituellement une grande variété de formes spécifiques.

» Ces éléments bacillaires sont représentés, dans la masse du coprolithe,

par des cylindres solides mesurant 12μ à 13μ de long sur $1^\mu,3$ à $1^\mu,5$ de large, arrondis aux deux bouts, de même calibre dans toute la longueur, non articulés. Autour, est une zone vide de $0^\mu,4$, plus épaisse aux deux bouts. Au delà s'étend la masse du coprolithe. Le bâtonnet central représente la masse protoplasmique remplacée par la matière minérale. L'espace entourant est un vide résultant de la destruction de la paroi cellulaire. La bactérie permienne aurait-elle eu une gaine distincte de sa paroi propre? Cela expliquerait l'épaisseur assez grande du manchon évidé et la continuité des tubes qui contiennent les streptobacilles. Les chaînettes bacillaires se présentent en effet comme des tubes fins, dans lesquels les articles cellulaires sont alignés. Là où les bacilles sont nombreux et entre-croisés, leur superposition peut donner l'impression de tubes rameux; mais les photographies résolvent facilement ces divers aspects. La bactérie permienne nous a été conservée à l'état de moulage; elle est soulignée par une destruction de la paroi; la substance fossilisante a été le phosphate de chaux.

» Nous n'avons observé ni spores, ni état coccoïde, ni zooglées. A cause de ses dimensions, nous ne pouvons identifier la bactérie permienne à aucune des bactéries stercophiles actuelles. L'état bacillaire semblant être son état le plus ordinaire, nous nommerons la bactérie de Cordesse : *Bacillus permiensis*. — Dans le coprolithe d'Igornay, le *B. permiensis* est identique à ce que nous l'avons trouvé à Cordesse.

» Nous connaissons des bactéries coprophiles un peu différentes du *B. permiensis* dans des coprolithes de Lally et de Commentry. Nous n'en avons pas encore trouvé dans les coprolithes du boghead d'Autun, ni dans ceux des schistes de Saint-Hilaire (Allier).

» Le *B. permiensis* ne peut être regardé comme les articles dissociés d'un champignon inférieur, analogue aux mucédinées. Le gisement d'Igornay nous a fourni précisément un coprolithe d'ichthyophage, envahi dans toute sa masse par une mucédinée qui nous montre son *mycelium* et ses spores désarticulées; les caractères sont tout autres : en particulier, la membrane cellulaire y est conservée et teintée en brun.

Diagnose du *Bacillus permiensis*. — Éléments bacillaires rectilignes, isolés ou couplés par deux, longs de 14μ à 16μ, larges de $2^\mu,5$ à $3^\mu,3$. Épaisseur de la paroi $0^\mu,4$. Parfois courbés, tordus en spirille ou encore en chainette. — Habitat : Coprolithes du permien d'Autun. »

GÉOLOGIE. — *Sur la nature de la grande crevasse produite à la suite du dernier tremblement de terre de Locride*. Note de M. SOCRATE-A. PAPAVASILION, présentée par M. Daubrée.

« Dans une Note sur le dernier tremblement de terre de Locride que j'ai eu l'honneur d'adresser à l'Académie, je signalais, comme le phénomène le plus remarquable de ce tremblement de terre, la formation d'une grande crevasse, longue d'environ $55^{km}$ en plan, large d'environ $50^{cm}$ en moyenne, qui s'étend dans une direction constante sud-est-nord-ouest (ou plus exactement ·est-sud-est-ouest-nord-ouest) de la baie de Scroponeri jusque près du village de Saint-Constantin. Je pense que nous avons plusieurs motifs de considérer cette crevasse comme une *faille*.

» Et d'abord, la longueur peu commune de cette crevasse, combinée avec ce fait que celle-ci est parallèle au golfe d'Eubée, permet de soupçonner qu'il s'agit d'une dislocation analogue à celles qui, à la fin des temps tertiaires ou aux débuts des temps quaternaires, ont donné naissance à ce golfe, alors que l'île d'Eubée était réunie à la Grèce continentale par des terrains crétacés, sur lesquels se déposaient, dans des lacs, les terrains néogènes de ces deux contrées.

» En second lieu, la crevasse a une direction constante et indépendante de la constitution géologique du sol. En effet, non seulement elle traverse les couches quaternaires meubles, les terrains tertiaires peu consistants en général, mais elle affecte aussi les terrains crétacés solides, d'une stratification discordante aux terrains précédents et d'un plongement vers le sud ou sud-ouest.

» Enfin et surtout il y a lieu de considérer un *rejet*, ainsi qu'un *déplacement* horizontal de la région de Locride de l'au delà de la crevasse. D'après mes observations, faites entre le village de *Martino* (au sud de la presqu'île d'*Aetolymion*) et la ville d'Atalante, la valeur du rejet varie suivant la nature des terrains. Elle est en général très petite, souvent nulle sur le sol crétacé, compte plusieurs centimètres sur le sol tertiaire et va jusqu'à $1^{m},5$ sur les couches alluviales de la plaine d'Atalante. Quant au déplacement horizontal, celui-ci, très léger, a eu lieu vers le nord-ouest et s'observe surtout sur la plaine d'Atalante. Pour tous ces motifs, nous croyons avoir affaire ici à une véritable faille. Cette manière de voir serait peut-

être d'accord avec les résultats que nous avons obtenus sur l'évaluation de la profondeur du centre d'ébranlement.

» D'après une lettre de M. Davidson, de Birmingham, à M. Eginitis, directeur de l'observatoire national, la secousse du 27 avril, signalée à Athènes à $9^h 21^m 6^s$ du soir, a été ressentie à Birmingham à $9^h 34$, c'est-à-dire $12^m 54^s$ plus tard. De là résulterait une vitesse de l'onde séismique de la ligne épicentrale à Birmingham, d'à peu près $3200^m$.

» Bien que la vitesse, d'après ce qu'on sait, varie et quelquefois même augmente avec la distance, pourtant je crois pouvoir adopter, en général, ce nombre comme vitesse du mouvement séismique, en m'appuyant sur le fait suivant. Le soir du 4 mai, quand je me trouvais au bureau télégraphique d'Atalante, une secousse assez forte se fit sentir à $8^h 47^m$. Quelques secondes après, le bureau télégraphique d'Athènes nous annonçait qu'une secousse, évidemment la même, s'était fait sentir. En raison de la différence de quelques myriamètres, entre la distance de la ligne épicentrale à Athènes et la distance de cette même ligne à Atalante, la secousse a dû se propager extrêmement vite.

» En admettant la vitesse de $3200^m$, et un coefficient, supposé égal, d'après M. Fouqué, à 0,58, j'ai essayé de déterminer, par la méthode de Falb, la profondeur du centre d'ébranlement : j'ai trouvé pour résultat $7183^m$ à $6007^m$.

» Si ce calcul est exact, on y trouve, croyons-nous, un appui de plus pour notre manière de considérer la grande crevasse de Locride. Celle-ci serait alors la cause même du tremblement de terre. Produite par la secousse du 20 dans les profondeurs du sol, elle s'est fait jour jusqu'à la surface avec la secousse du 27, vu l'intensité extraordinaire de celle-ci et la profondeur relativement petite du centre d'ébranlement.

» Nous ne voyons, dans cette faille, que la suite des phénomènes géologiques auxquels le golfe d'Eubée doit son existence. Le sol sur les bords de la Grèce continentale continue à se fendre, par suite des mouvements orogéniques, et à s'affaisser. Un jour, la région détachée, arrivée sous les eaux, pourra contribuer à l'élargissement de ce golfe. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'existence de lentilles récifales à Ammonites dans le Barrémien, aux environs de Châtillon-en-Diois.* Note de MM. **G. Sayn** et **P. Lory**, présentée par M. Fouqué.

« En 1889 l'un de nous signalait (¹) la présence de nombreuses Ammonites du Barrémien inférieur dans des blocs d'un calcaire nettement *récifal*,

(¹) G. Sayn, *Eclogæ geologicæ Helvetiæ*, n° V, p. 456; 1889.

à Polypiers et Orbitolines, éboulés dans le vallon de Pinet, près Châtillon-en-Diois.

» La petite faune recueillie dans ce gisement tant par Garnier que par nous se compose des espèces suivantes :

» *Pulchellia* nov. sp. aff. *P. Didayi* d'Orb. — *Pulchellia* cf. *Sauvageani* Hermite. — *Holcodiscus Caillaudi* d'Orb. sp., types c. — *Holcodiscus Caillaudi* formes de passage à *H. Gastaldii* d'Orb. sp. c. — *Holcodiscus menglonensis* Sayn. — *Holcodiscus* cf. *alcoyensis* Nicklès. — *Desmoceras* nov. sp. (groupe de *D. difficile* d'Orb. sp.) c. — *Crioceras trinodosum* d'Orb. sp. — *Hamulina* sp. ind. — *Janira atava* d'Orb. — *Pecten* sp. (petite forme lisse). — *Rhynchonella* sp. — *Orbitolina* sp. (un exemplaire est fixé sur une Ammonite sp.). Débris de Radioles et de tiges d'Encrines. — Polypiers.

» Malgré le petit nombre des formes que nous avons pu rapporter avec certitude à des types connus, cette faune rappelle d'une façon frappante, par la prédominance des *Pulchellia* et des *Holcodiscus* du groupe de *H. Caillaudi*, celle du gisement de Combe-Petite (montagne de Lure), type du Barrémien inférieur si magistralement établi par M. Kilian, et les faunes similaires de la région méditerranéenne (Espagne et Algérie).

» Intéressantepar elle-même, la présence anormale d'Ammonites nombreuses dans une formation récifale pouvait fournir en outre des données stratigraphiques précieuses pour déterminer l'âge des premières intercalations coralligènes dans une région où le facies dit *urgonien* se montre à des niveaux si nombreux et si variables. Nous avons donc cherché à fixer la position des couches qui avaient fourni les blocs fossilifères exploités d'abord par Garnier, blocs abondants surtout au col de Pieymard.

» Au-dessus des *Hoplites pexiptychus* Uhl. qui forment celui-ci, on observe successivement :

» 1° Marno-calcaires du Valanginien supérieur;

» 2° Calcaires marneux hauteriviens à *Cricoceras Duvali* Lév., présentant vers le sommet de gros bancs riches en *Holcodiscus incertus* d'Orb. sp. et *H. intermedius* d'Orb. sp.;

» 3° Calcaires blanchâtres et bleuâtres, à pâte fine, avec taches vermiformes blanches et rares débris d'*Holcodiscus* off. *van den Heckei* d'Orb. sp. et *Desmoceras* à la base, puis avec rognons de silex noirs (Barrémien inférieur).

» Au sein de cette dernière assise et presque dès sa base apparaissent, à deux ou trois niveaux très rapprochés, des lentilles nettement récifales et détritiques. Ces calcaires du Barrémien inférieur couronnent seuls les

pentes dominant à l'est le col de Pieymard : ce sont donc bien certainement leurs niveaux récifaux qui ont fourni les blocs de calcaire à Ammonites et Orbitolines dont nous nous occupons. Les parties les plus cristallines des lentilles ont d'ailleurs le même facies lithologique que ces blocs, et l'on trouve notamment de part et d'autre les mêmes silex très particuliers, les uns blancs, sphéroïdaux, à surface mamelonnée, les autres de forme irrégulière et ponctués de points bruns que le microscope montre être autant de protozoaires.

» A quelques centaines de mètres plus au sud, nous avons été assez heureux pour trouver *en place*, dans un banc lui aussi récifal et à un niveau de très peu supérieur au précédent, des échantillons de *Pulchellia* voisines de *P. Sellei* Kil. et *P. compressissima* d'Orb. sp.

» Ainsi, dans la région immédiatement voisine des grandes masses *urgoniennes* du Vercors, le facies récifal apparaît dès la base du Barrémien, tandis que plus au sud, à Vèse comme à la Charce, on ne l'a signalé qu'à partir du Barrémien supérieur.

» Ajoutons que, même aux environs de Châtillon, les lentilles les plus puissantes sont à un niveau plus élevé que celles où l'on trouve les *Pulchellia;* ainsi les pentes de la pointe 1349, toujours dans le vallon de Pinet, montrent au-dessus des couches à silex noirs des calcaires un peu marneux envahis sur une forte épaisseur par le facies oolithique avec Brachiopodes et nombreuses Orbitolines : cette assise doit appartenir à l'Aptien inférieur, car, soit ici, soit sur le revers est du col de Mensac, elle supporte directement les marnes aptiennes. »

M. **G. Rouvier** adresse une nouvelle Note relative à la fixation de l'iode par l'amidon.

M. **Léopold Hugo** adresse une Note « Sur le calcul des déplacements planétaires ».

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures un quart. M. B.

## BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 9 juillet 1894.

*Bulletin des Sciences mathématiques*, rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. Deuxième série. Tome XVIII. Mai 1894. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1894; 1 fasc. in-8°.

*Note sur l'hybridation sans croisement, ou fausse hybridation*, par A. Millardet, professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux, Correspondant de l'Institut. Bordeaux, Féret et fils, 1894; 1 broch. grand in-8°.

*Observatoire de Nice. — Catalogue de nébuleuses découvertes avec le grand équatorial de l'observatoire de Nice*, par M. Javelle; 1 br. in-4°.

*Annuaire géologique universel. Revue de Géologie et Paléontologie*, dirigée par le Dr L. Carez et H. Douvillé. Année 1892. Tome IX. 4e fasc. Paris, 1894; 1 vol. in-4°.

*Nouvelles Annales de Mathématiques*. Juillet 1894. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 fasc. in-8°.

*Archives italiennes de Biologie*, sous la direction de A. Mosso, professeur de Physiologie à l'Université de Turin. Tome XXI, fasc. II. Turin, Hermann Loescher, 1894; 1 vol. in-8°.

*Catalogue of scientific Papers* (1874-1883), compiled by the Royal Society of London. Vol. X. London, C.-J. Clay and sons, 1894; 1 vol. in-4°.

*Report of H. M. Astronomer at the Cape of Good Hope for the period* 1879, May 26 to 1889 July 21; 1 fasc. in-4°.

*The scientific Transaction of the Royal Dublin Society*. Vol. IV et V (series II). Dublin, 1892-1893; 5 fasc. in-4°.

---

## *ERRATA.*

(Séance du 2 juillet 1894.)

Note de M. *Aimé Girard*, Application de la pomme de terre à l'alimentation du bétail :

Page 28, ligne 10, *au lieu de* 30gr, *lisez* 3gr.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

# DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

---

### SÉANCE DU LUNDI 13 AOUT 1894,

PRÉSIDENCE DE M. LŒWY.

---

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Gustave Cotteau*, Correspondant pour la Section d'Anatomie et Zoologie, décédé à Paris le 10 août.

M. **Émile Blanchard**, après l'annonce de la mort de M. *Cotteau*, donne l'aperçu suivant sur la carrière de l'homme d'étude dont on attendait encore des travaux :

« Appartenant à la magistrature, comme on l'a rappelé, M. Cotteau s'était renfermé, comme naturaliste, dans une bien étroite spécialité, un groupe de l'embranchement des Zoophytes : les Oursins; mais, dans cette spécialité, il avait pris une telle importance, qu'il semblait, par tous, désigné pour occuper une place à l'Académie, à titre de Correspondant.

» C'était en 1887, plusieurs places de Correspondants étaient vacantes dans la Section d'Anatomie et de Zoologie, les candidats étaient nombreux. J'étais chargé de faire le rapport sur les divers candidats; mais des occupations pressantes m'avaient empêché de le rédiger. Le doyen de la Section émit la pensée que je pourrais faire un rapport verbal. C'était alors M. Janssen qui présidait l'Académie : « Allez, disais-je, de Londres à San » Francisco, allez de Saint-Pétersbourg à Sydney. Dans chaque ville où il » existe un musée d'Histoire naturelle, si vous demandez : — Avez-vous » des Oursins? Le conservateur ne manquera jamais de vous répondre : » — Certes nous avons des Oursins, et encore sont-ils déterminés par » M. Cotteau. » Notre Correspondant avait eu sous les yeux tous les individus recueillis dans les différentes parties du monde, et il ne cessait d'enrichir la publication périodique qui a pour titre *La Paléontologie française*, de nouvelles études sur le sujet qui lui a valu une si grande notoriété.

» Nous sommes maintenant privés d'une lumière qui longtemps ne fit jamais défaut. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Note sur un Météorographe à longue marche, destiné à l'observatoire du mont Blanc.* Note de M. **J. Janssen** (1).

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie une série de photographies donnant la description d'un météorographe à très longue marche, construit à ma demande par M. Richard, pour l'observatoire du mont Blanc.

» On sait que, en raison de la difficulté d'atteindre l'observatoire en hiver, on devait s'attacher, pour obtenir l'enregistrement des principaux phénomènes météorologiques du sommet, à construire un instrument à très longue marche, c'est-à-dire pouvant passer l'hiver et le printemps sans être remonté. C'est là le problème dont j'ai demandé la solution à M. Jules Richard, et qui l'a conduit à la construction du remarquable instrument dont je présente aujourd'hui des photographies, et que M. J. Richard mettra sous les yeux de l'Académie lundi prochain.

» Tout l'instrument est actionné par un poids d'environ $90^{kg}$ descendant de cinq à six mètres en huit mois. Ce poids donne le mouvement à une pendule qui communique, en le réglant, le mouvement à l'ap-

(1) Cette Note a été présentée dans la séance du lundi 6 août 1894.

pareil. Il fallait une pendule dans laquelle les grandes variations de température intervinssent le moins possible. M. Richard a choisi la pendule à échappement Denison, en la perfectionnant. Les avantages de cet échappement sont, d'une part, de permettre l'emploi d'une très petite quantité d'huile, qui peut même être tout à fait nulle quand l'atmosphère ambiante est exempte de poussière. Denison rapporte même qu'on n'a pu observer aucune variation dans les amplitudes de l'arc du balancier, lorsque l'huile était gelée, et avait la consistance du suif.

» Tous les mouvements du météorographe lui sont donnés par un arbre horizontal qui reçoit son mouvement de la pendule, à raison d'un tour en vingt-quatre heures, et le communique aux bobines et aux divers organes des enregistreurs. Ces bobines déroulent, avec une vitesse variable pour chaque instrument, le papier sur lequel les plumes de ces enregistreurs doivent écrire.

» *Enregistreur barométrique.* — C'est d'abord l'enregistreur des variations de la pression barométrique. Les mouvements de l'aiguille sont commandés par ceux du mercure dans la branche inférieure d'un baromètre système Gay-Lussac, à très large cuvette. J'ai beaucoup tenu à l'emploi du mercure, qui offre une très grande garantie d'exactitude.

» *Thermomètre et hygromètre.* — Pour l'enregistrement de la température et de l'humidité, nous avons été obligés de recourir, pour la température, aux réservoirs métalliques, système Bourdon, et pour l'humidité, à l'hygromètre à cheveux de de Saussure.

» Le réservoir thermométrique et le câble formé par les cheveux sont reliés à leurs plumes respectives par de longues tiges, de manière que ces organes puissent être exposés à l'action de l'atmosphère extérieure, tout en conservant l'enregistrement à l'intérieur.

» *Anémomètre enregistreur de la vitesse et de la direction du vent.* — L'enregistrement de ces deux éléments se fait sur le même papier. Voici le principe de la solution adoptée par M. Richard : un cylindre portant un certain nombre de cames disposées en hélice reçoit son mouvement d'une girouette ou d'un moulinet Robinson, et agit, par le moyen de ces cames, sur les talons d'un nombre égal de plumes, qu'il soulève successivement et force à écrire pendant tout le temps de l'action de la came. Pour la direction, l'appareil porte huit plumes, représentant les huit directions principales du vent. Pour la vitesse, le cylindre est muni de dix cames, agissant successivement sur dix plumes. Chaque plume est en prise pendant un dixième de rotation du cylindre, lequel représente un parcours de vent

de $10^{km}$. La vitesse est donc représentée ici par la longueur plus ou moins grande des traces laissées par les plumes.

» La perfection avec laquelle tout l'appareil est exécuté fait honneur à M. Jules Richard, et je suis sûr d'être l'interprète de ses sentiments en adressant aussi des éloges à MM. Émile Honoré et Henri Libeert, qui ont été spécialement chargés de l'exécution de ce bel appareil.

» Pour assurer à ce météorographe une température plus égale et le soustraire aux poussières que le va-et-vient des travailleurs, dans la salle de $45^{mc}$ où il sera placé, pourrait soulever, on lui a construit un cabinet spécial et fermé, qui n'en permettra l'accès que dans les cas où cela sera nécessaire.

» Tel est l'instrument tout nouveau qui va être monté au sommet du mont Blanc. Je ne me dissimule pas, malgré les précautions minutieuses qui ont été prises, que nous sommes encore en présence d'un certain inconnu. Mais l'intérêt de la question de ces enregistreurs à longue marche, qui rendront tant de services dans les stations élevées, ou dans lesquelles on ne peut demeurer, est si grand, à mes yeux, que je n'ai pas hésité à commencer de suite cet essai, laissant à l'expérience le soin de nous instruire sur les modifications qu'il conviendra d'apporter à ces instruments pour leur assurer une marche sûre et tout à fait satisfaisante. »

SPECTROSCOPIE. — *Nouvelles recherches sur la région infra-rouge du spectre solaire;* par M. LANGLEY.

« Washington, 25 juillet 1894.

» Au mois de septembre 1882, j'ai présenté à l'Académie une Communication intitulée *Observations du spectre solaire*, et accompagnée d'une figure de la courbe d'énergie du spectre infra-rouge obtenu au moyen d'un prisme de verre. En se reportant à cette courbe, on verra qu'on n'a obtenu au-dessous de la longueur d'onde de $1^{\mu},2$ que douze inflexions, grandes et petites, y compris la grande bande dont la longueur d'onde est d'environ $1^{\mu},8$, bande que j'ai désignée depuis par $\Omega$, et dont l'existence a été établie avec précision par les observations faites au mont Whitney. On se rappellera que l'existence de la chaleur à une distance de près de $3^{\mu},0$ (limite à laquelle le prisme de verre cessait de transmettre la radiation) avait été également constatée.

» La Photographie n'a pu, comme on s'en souvient, réussir à représenter une partie beaucoup plus grande de l'infra-rouge que l'œil n'en

peut percevoir, attendu que des raies dont la longueur d'onde dépasse $0^{\mu},8$ peuvent être distinguées à l'œil nu, et je ne sache pas qu'il ait été publié de photographies donnant des radiations dont la longueur fût de beaucoup supérieure à $1\,\mu$.

» Certains résultats intéressants ont été obtenus au-dessous même de ce point ($1\,\mu$) par les procédés de phosphorescence; mais la courbe donnée dans ma Communication à l'Académie comprenait, si je ne me trompe, nos principales connaissances actuelles sur la région extrême, autour et au delà de $\Omega$, dans le spectre d'un prisme de verre. Ces inflexions avaient été obtenues et déterminées au moyen du bolomètre, et par un procédé si lent qu'il ne laissait aucun espoir de pousser beaucoup plus loin les mesures.

» En 1890, le Congrès, à Washington, autorisa certains travaux de recherches astro-physiques, dont il confia la charge à l'Institut Smithsonien. Grâce à des expériences poursuivies durant ces dernières années, on a enfin réussi à remplacer la méthode lente et personnelle que je viens d'indiquer, par une autre qui, bien que fondée sur l'usage du bolomètre, est presque automatique, et qui, de beaucoup supérieure à l'ancienne pour la précision, est en même temps incomparablement plus rapide et plus minutieuse ([1]).

» Le bolomètre et ses accessoires ont été perfectionnés de telle façon, qu'ils ne se bornent plus à indiquer un changement de température; ils en donnent aussi la valeur, là où les variations sont inférieures à un millionième de degré centigrade, lorsqu'elles se manifestent dans le ruban métallique du bolomètre qui a $\frac{1}{20}$ de millimètre de diamètre et $\frac{1}{500}$ de millimètre d'épaisseur.

» Un mouvement d'horlogerie de grande précision fait mouvoir le spectre de telle sorte que chacune des raies, visible ou invisible, passe successivement par-dessus le ruban qui, pendant ce temps, en vertu de sa faible masse, change d'équilibre thermique en un espace de temps si court qu'on peut le considérer comme insensible. Puisque ce qui est sombre à l'œil est froid au bolomètre, la présence d'une raie invisible d'absorption est signalée par une déviation presque instantanée du galvanomètre.

---

([1]) Les résultats définitifs de ces travaux seront publiés officiellement, mais l'auteur tient à donner dès à présent une idée succincte des faits nouvellement acquis, à la savante Assemblée à qui il doit tant de reconnaissance pour l'accueil encourageant qu'elle fit à son premier travail sur ce même sujet.

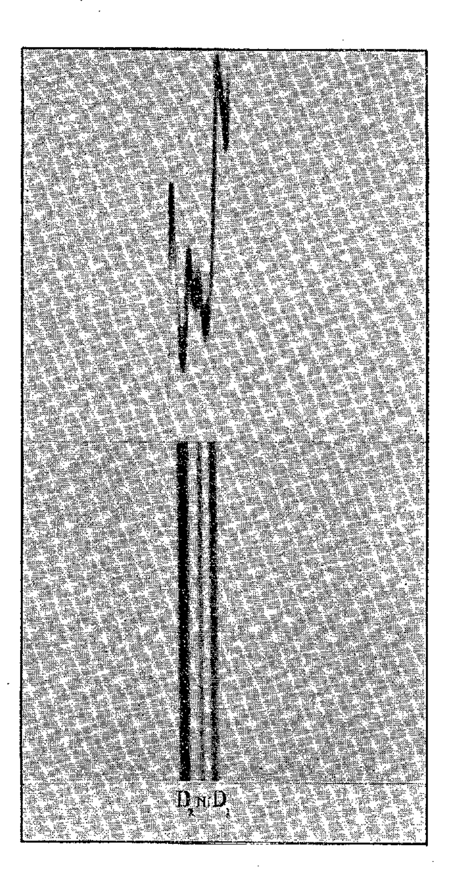
» Cette déviation était autrefois relevée à l'œil, sur une échelle. Actuellement cette échelle est remplacée par une plaque photographique sensible, laquelle est mue dans le sens vertical par le même rouage très parfait qui fait passer le spectre sur le bolomètre. Il s'ensuit que la courbe d'énergie est enregistrée d'une façon absolument automatique au moyen de la photographie, avec l'aide du bolomètre, dans des régions jusqu'alors entièrement inaccessibles à la photographie seule.

» Le synchronisme parfait étant ainsi assuré dans le mouvement de la plaque photographique et du cercle éloigné qui porte le prisme, on voit sans peine que la courbe automatiquement tracée peut nous faire connaître, à première vue, non seulement la grandeur des variations de température du spectre, mais encore la partie exacte du spectre où elles se sont produites.

» Ce ne sont pas des douzaines, mais des milliers de déviations, correspondant aux raies de Frauenhofer du spectre visible, qui peuvent être ainsi enregistrées, et l'on peut aujourd'hui obtenir avec précision, en une heure, des résultats que l'on n'aurait pu atteindre avec le micromètre, même au prix de plusieurs années d'un travail assidu, si bien que l'on peut prendre, dans la même journée, pour les comparer entre elles, plusieurs représentations du spectre entier. Celles-ci, ainsi que d'autres obtenues dans différentes journées, sont soumises à une comparaison rigoureuse, par une méthode qui contrôle l'existence de chaque inflexion au même point de toutes les courbes ainsi tracées indépendamment les unes des autres, avec une erreur probable de position relative qui correspond à moins d'une seconde d'arc. En examinant ainsi le spectre inférieur invisible, on découvre qu'il est le siège d'absorptions au moins aussi complexes que celles qui se produisent dans le spectre visible, et la méthode nouvelle distingue déjà plus de 2000 raies invisibles. Les cartes de cette région, jusqu'ici inconnue, seront bientôt publiées. Pour prouver à quel degré la nouvelle méthode possède la faculté de séparation, on peut l'appliquer, non plus au spectre invisible, où les résultats annoncés doivent pour le moment être acceptés sur parole, mais au spectre visible, où elle peut être employée à étudier une région connue, celle de la raie D par exemple. Or, notre appareil, purement thermométrique, non seulement décompose cette raie en ses deux éléments, mais fait apparaître la raie du nickel qui se trouve au milieu; c'est l'épreuve bien connue des spectroscopes visuels de puissance considérable.

» Le tracé graphique ci-contre est automatique et à double effet. On a

d'abord la courbe d'énergie, obtenue automatiquement; les inflexions abruptes proviennent de l'extrême sensibilité de l'appareil; il a enregistré photographiquement les variations de température produites par chacune des raies qui, séparément, sont invisibles sans l'aide du grossissement.




» Une méthode, dont les détails seront donnés dans une publication ultérieure, a permis de convertir cette courbe d'énergie en un spectre linéaire que l'on voit au-dessous. Il est important d'observer que ce spectre linéaire n'a pas été dessiné; il est obtenu par un procédé automatique, qui s'applique également à toutes les parties du spectre. Bien que la distance angulaire connue entre ces raies D, dans le spectre donné par le sel gemme, dépasse peu 10 secondes d'arc, la figure inférieure (qui est une photogravure du tracé original) fait voir la raie du nickel tellement séparée de ses voisines, que la possibilité d'une résolution poussée bien plus loin paraît évidente. En d'autres termes, la figure nous permet de

conclure que l'instrument peut séparer des raies dont l'intervalle ne dépasse guère $2^s$; or, puisque ce procédé purement thermométrique est applicable dans toute l'étendue du spectre invisible de chaleur, développé par un prisme de sel gemme sur une surface de près de 2° (soit 7200″), on peut dire que ce procédé a une puissance de résolution capable de nous dévoiler des milliers de raies, si elles existent.

» En prenant l'exemple de ces raies D, j'ai eu pour but d'inspirer confiance dans cette assertion, que le spectre inférieur infra-rouge tout entier, de $1^{\mu},2$ à $6^{\mu},0$, peut maintenant être reproduit automatiquement, par un procédé donnant des centaines de raies pour chacune de celles qui sont déjà connues, et que la position relative de chacune de ces raies sera fournie avec une précision inconnue jusqu'ici pour des mesures de ce genre.

» Ajoutons que, non seulement la plus grande part de l'énergie solaire se trouve dans cette région peu connue, mais les absorptions semblent provenir en grande partie de notre atmosphère, plutôt que de celle du Soleil; il n'est donc pas improbable que leur étude arrive à fournir un moyen précieux de prédire les variations qui influent sur les pertur bations météorologiques. »

PHYSIQUE. — *Cristaux se rassemblant au sommet d'une solution moins lourde qu'eux*. Note de M. **Lecoq de Boisbaudran**.

« Si l'on place des fragments d'une substance plus lourde que le dissolvant, les uns près de la surface, les autres au fond de la solution saturée de cette substance, on observe que, grâce aux fluctuations journalières de la température, les fragments supérieurs ne tendent pas à disparaître, tandis que les inférieurs se sont accrus d'autant.

» Cet effet se produit ordinairement encore quand la solution est, non-seulement saturée de la substance même des fragments, mais est, en outre, saturée ou presque saturée d'autres matières. Il n'en est cependant pas toujours ainsi, comme le montre l'expérience suivante :

» On sature d'abord et simultanément de l'eau par du carbonate et par de l'hyposulfite de soude, à la température ordinaire (soit 20° environ). On sature ensuite cette solution (à la même température) par du monosulfure de sodium cristallisé ($Na^2S + 9Aq$), dont il se dissout alors des quantités importantes.

» La liqueur est versée dans une éprouvette (de $0^m,10$ à $0^m,15$ de hauteur) au fond de

laquelle on place une certaine quantité de $Na^2S$ cristallisé. Sur un support et très peu au-dessous du niveau liquide, on met un tout petit fragment de $Na^2S$. On bouche l'éprouvette.

» Au bout de quelques jours, ou de quelques semaines, tout le $Na^2S$ s'est rassemblé sur le support supérieur, autour du fragment qu'on y avait placé.

» Il est à noter que le $Na^2S$ cristallisé est plus lourd que la solution complexe.

» J'ai pensé que cet effet devait s'expliquer en admettant, pour la solution contenant les trois sels de sodium, une densité inférieure à celle de la solution saturée des deux sels : carbonate et hyposulfite. La dilatation produite par la dissolution du $Na^2S + 9Aq$, dilatation portant sur un liquide très dense, ferait alors plus que compenser l'augmentation de poids provenant de l'apport du nouveau sel dissous.

» Dans une solution de carbonate et d'hyposulfite de soude de densité 1,4386 (à 25°,5 et relativement à l'eau à 25°,5), on introduisit des cristaux de $Na^2S$; les mouvements des poussières contenues dans le liquide montrèrent déjà que la solution devenait plus légère à mesure qu'elle se chargeait davantage de $Na^2S$.

» Sans attendre la saturation complète par le $Na^2S$, on mesura (à la balance) la densité du liquide et l'on obtint : $D = 1,4179$ (à 25°,5); soit une densité de 0,0207 moindre que celle de la solution primitive de carbonate et d'hyposulfite. Ainsi, sur $3^{cc},556$, pris pour déterminer la densité, le poids avait diminué de $0^{gr},0735$; ce qui fait $20^{gr},68$ par litre.

» L'expérience ci-dessus réussit aussi bien avec une solution simple d'hyposulfite de soude qu'avec une solution mixte de carbonate et d'hyposulfite. »

M. Gosselet fait hommage à l'Académie d'un Mémoire intitulé : « Étude sur les variations du *Spirifer Verneuili* ». (Extrait des *Mémoires de la Société géologique du Nord*, t. IV, 1894.)

## MÉMOIRES LUS.

M. Tondini donne lecture d'une Note intitulée : « La question du calendrier à Constantinople et en Russie ».

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. L.-H. **Planche** adresse un « Mémoire sur l'aérodynamique ».

(Commissaires : MM. Mascart, Sarrau, Lippmann.)

M. E. **Tournier** adresse, pour le concours du prix extraordinaire de 6000 francs, une « Note sur un projet de courbes de puissances de route ».

(Renvoi à la Commission.)

## CORRESPONDANCE.

GÉOMÉTRIE. — *Nouvel emploi du conoïde de Plücker;* par M. A. **Mannheim**.

« On sait construire les centres de courbure des courbes de contour apparent d'une surface (S) pour un point $a$ de cette surface, lorsqu'on possède en ce point les plans des sections principales et les centres de courbure principaux de (S). A ma connaissance, on n'a pas résolu le problème inverse et c'est celui que je me propose de traiter aujourd'hui.

» Dans ce qui va suivre je supposerai toujours que les courbes de contour apparent de (S) sont obtenues en projetant orthogonalement cette surface sur des plans passant par la normale A en $a$ à (S). Les projetantes seront donc toujours des perpendiculaires à A.

» La construction inverse de celle que j'ai donnée ([1]) pour déterminer le centre de courbure d'une courbe de contour apparent conduit aisément à une première solution relative au cas particulier où l'on possède l'un des plans de section principale de (S), le centre de courbure principal correspondant et un centre de courbure d'une courbe de contour apparent de cette surface ([2]). Mais la construction n'est plus simple, si l'on donne les centres de courbure de trois courbes de contour apparent de (S).

---

([1]) *Cours de Géométrie descriptive*, 2e édition, p. 321.

([2]) Cette solution peut être utilisée dans la Géométrie du Navire pour l'étude de la surface de flottaison, parce que le Flotteur a un plan de symétrie, qui est alors un plan de section principale de cette surface.

» Pour traiter ce dernier cas, on peut employer l'indicatrice de (S) en $a$ parce que cette courbe jouit de la propriété suivante, facile à démontrer, et qui, je crois, n'a pas été remarquée :

» *Les rayons de courbure en $a$ des courbes de contour apparent de* (S), *relatives à différentes projetantes, sont proportionnels aux carrés des distances de $a$ aux tangentes de l'indicatrice, parallèles à ces projetantes.*

» Lorsqu'on connaît sur A trois centres de courbure de courbes de contour apparent de (S) correspondant à des projetantes de directions données, on a d'après cela trois tangentes de l'indicatrice : cette courbe est alors facile à construire, puisque l'on possède son centre $a$; par suite, on peut en déduire les éléments principaux de courbure de (S) pour le point $a$.

» On arrive de même à ces éléments, lorsque l'on donne le rayon de courbure en $a$ d'une section faite par un plan mené par A, et, pour deux directions des projetantes, les centres de courbure de deux courbes de contour apparent de (S); ou encore, lorsqu'on connaît deux rayons de courbure de sections normales en $a$ et sur A un centre de courbure de courbe de contour apparent de (S).

» Pour ces différents cas, on doit toujours dans cette deuxième solution commencer par construire l'indicatrice.

» Voici, au moyen d'un conoïde de Plücker, une troisième solution très simple relative au problème suivant déjà traité plus haut :

» *Étant donnés sur la normale* A *les centres de courbure des courbes de contour apparent de* (S) *relatives à trois directions données des projetantes, déterminer les éléments principaux de courbure de* (S).

» Faisons d'abord remarquer que ces trois centres de courbure suffisent, d'après ce que nous avons vu à propos de l'indicatrice, et que les plans des sections principales, ainsi que les centres de courbure principaux que nous allons trouver, sont relatifs non seulement à (S), mais aussi aux surfaces qui lui sont parallèles.

» Circonscrivons à la surface (S) un cylindre dont les génératrices sont parallèles à une direction donnée et prenons sa courbe de contact comme directrice d'une normalie à (S). Le plan mené par A parallèlement à cette direction est le plan central de cette surface et il la touche en $c$ qui est le point central sur A. Le point $c$ est aussi, comme l'on sait, le centre de courbure de la courbe de contour apparent de (S) correspondante à la direction donnée.

» Construisons $c$ et pour cela considérons le paraboloïde des normales

à la normalie. Il a pour directrices les droites de courbure $\Gamma_1$, $\Gamma_2$ de (S) qui sont les normales à la normalie élevée des centres de courbure principaux de (S), situés sur A, et il a pour plan directeur le plan central de la normalie.

» Une droite parallèle à ce plan et qui rencontre $\Gamma_1$, $\Gamma_2$ est alors une génératrice de ce paraboloïbe.

» La perpendiculaire commune $\Gamma$ à cette droite et à A est une génératrice du paraboloïde des normales, son pied sur A est le point $c$ où le plan central de la normalie touche cette surface.

» Lorsque l'on fait varier la direction des projetantes, $\Gamma$ varie de position, mais comme elle est toujours la perpendiculaire commune à A et à une droite qui s'appuie sur $\Gamma_1$, $\Gamma_2$, *elle engendre un conoïde de Plücker*. C'est celui dont je vais faire usage.

» On peut remarquer que $\Gamma$ est la normale à la normalie élevée du point central $c$; on retrouve (¹) ainsi que :

» *Si, des points centraux des surfaces élémentaires du pinceau de normales* [A], *on élève des normales à ces surfaces, ces droites appartiennent à un conoïde de Plücker.*

» J'arrive à la solution du problème proposé.

» Lorsque l'on donne sur A les centres de courbure $c_1$, $c_2$, $c_3$ des courbes de contour apparent de (S) correspondantes à trois directions données des projetantes, on a, par cela même, trois génératrices du conoïde de Plücker et, d'après ce qui précède, elles suffisent pour déterminer cette surface. Ainsi :

» *Trois génératrices d'un conoïde de Plücker déterminent cette surface.*

» Il nous reste à montrer comment on construit ce conoïde connaissant les trois génératrices qui partent des points $c_1$, $c_2$, $c_3$. Pour cela, nous allons appliquer des propriétés connues.

» Par l'une de ces génératrices menons un plan (P); il coupe les deux autres chacune en un point. Les projections de ces points sur le plan tangent en $a$ à (S) et le point $a$ déterminent une circonférence de cercle qui est, comme l'on sait, la projection de la conique suivant laquelle le plan (P) coupe le conoïde.

» On sait aussi que les extrémités du diamètre de cette circonférence, perpendiculaire à la génératrice par laquelle on a mené (P), sont les projections des points de ce plan appartenant aux génératrices extrêmes

(¹) Voir *Principes et Développements de Géométrie cinématique*, p. 269.

du conoïde qui sont ici les droites de courbure $\Gamma_1$, $\Gamma_2$. On peut alors construire ces points sur (P) et, en abaissant de chacun d'eux une perpendiculaire sur A, on obtient les droites de courbure de (S). *Ces droites étant connues, on a, par suite, les éléments principaux de courbure de* (S) *et des surfaces qui lui sont parallèles.*

» On voit avec quelle simplicité le conoïde de Plücker conduit à la solution du problème proposé. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Nouveaux théorèmes d'Arithmétique.* Note du P. **Pepin** S. J., transmise par M. C. Jordan.

« Parmi les théorèmes que l'on doit à Fermat, quelques-uns répondent à des cas particuliers du problème suivant : *Trouver les carrés qui deviennent des cubes par l'addition d'un nombre donné.* Tels sont, par exemple, plusieurs théorèmes renfermés dans la lettre de Fermat au chevalier Digby, du 15 août 1657 : « Il n'y a qu'un seul nombre carré entier, qui joint au binaire fasse un cube; ledit carré est 25, auquel, si vous ajoutez 2, il se fait 27, qui est un cube ... ». Les théorèmes suivants sont du même genre.

» 1. Dans la suite indéfinie des carrés, 4900 est le seul qui devienne un cube par l'addition de 13; il devient 4913, cube de 17.

» 2. Un seul carré devient un cube lorsqu'on lui ajoute 47, savoir 250000, lequel devient alors le cube de 63.

» 3. Désignons par $a$ l'un des nombres suivants : 49, 74, 146, 191, 193, 301, 506, 589, 767, 866, 868. Il existe un carré, et un seul, qui devient un cube par l'addition du nombre $a$; la racine X de ce carré est déterminée par les deux formules

$$3p^2 = a \pm 1, \qquad X = p(3a - p^2).$$

Ainsi, le carré de 524 est le seul carré qui devienne un cube par l'addition de 49; il devient alors 274625, cube de 65.

» Le carré de 985 est le seul qui devienne un cube par l'addition de 74; il devient alors 970299, cube de 99.

» 4. Si l'on ajoute 19 à tous les carrés entiers 1, 4, 9, ..., une seule des sommes obtenues est un cube, savoir 343, cube de 7, que l'on obtient en ajoutant 19 à 324, carré de 18.

» 5. Aucun carré différent de zéro ne devient un cube, lorsqu'on lui ajoute 27.

» 6. Il y a deux carrés, et deux seulement, qui deviennent des cubes par l'addition de 11 unités; ces carrés sont 16 et 3364, qui deviennent respectivement les cubes de 3 et de 15.

» 7. Il est impossible de former un cube en ajoutant à un carré l'un des nombres 50, 75, 275.

» 8. On multiplie par 11 les carrés entiers, et l'on ajoute successivement 1, 4, 9, 36 à chaque produit; aucune des sommes obtenues n'est égale à un cube.

» 9. Désignons par $a$ un nombre premier, inférieur à 1000, renfermé dans l'une des formes linéaires

$$38l + (3, 13, 15, 21, 27, 29, 31, 33),$$

tel que 3, 13, 19, 31, 41, 53, 59, 67, 71, 79, 97, 103, 107, 109, 127, 167, 179, 181, 193, ...; il est impossible de former un cube en ajoutant 19 fois le carré $a^2$ à un autre carré.

» 10. Désignons par $a$ un nombre inférieur à 1000, renfermé dans la forme quadratique

$$4x^2 + 2xy + 5y^2 = a,$$

mais différent des nombres 7, 43, 61, 457, 691, 757; si $a$ est un nombre premier ou une puissance d'un nombre premier, on ne peut former aucun cube en ajoutant 19 fois le carré $a^2$ à un autre carré.

» Ainsi, on ne peut obtenir aucun cube en ajoutant un carré à 19 fois le carré de l'un des nombres 5, 11, 17, 25, 47, 49, 53, 73, 133, ....

» 11. Parmi les sommes que l'on obtient en ajoutant 76 aux carrés successifs 1, 4, 9, 16, ..., il n'y en a que deux qui soient égales à des cubes, savoir :

$$49 + 76 = 5.5.5, \qquad 1\,030\,225 + 76 = 101.101.101.$$

» 12. Si l'on ajoute successivement tous les carrés au nombre 931, deux seulement des sommes obtenues sont des cubes, savoir :

$$20^2 + 931 = 11^3, \qquad 106^2 + 931 = 23^3.$$

» 13. De toutes les sommes obtenues en ajoutant successivement tous les carrés au nombre 15979, deux seulement sont des cubes, savoir

$$(164)^2 + 15\,979 = (35)^3, \qquad (388\,798)^2 + 15\,979 = (5327)^3.$$

» 14. Dans la suite indéfinie des carrés, 7744 est le seul qui de-

vienne un cube quand on lui ajoute 19 fois 1849; il devient alors le cube de 35.

» 15. Un seul carré devient égal à un cube lorsqu'on lui ajoute 19 fois le carré de 61; ce carré est 33124 qui devient par cette addition le cube de 47.

» 16. Un seul carré devient un cube par l'addition de 243, savoir 100, qui devient alors 343, cube de 7.

» Ces questions d'analyse indéterminée ne sont pas toujours faciles à résoudre. Si l'on demande, par exemple, de trouver tous les carrés qui deviennent des cubes lorsqu'on leur ajoute 307, on trouve deux carrés, 36 et 1024, qui répondent à la question. Existe-t-il quelque autre carré jouissant de la même propriété? C'est là un problème fort difficile. »

ÉLECTRICITÉ. — *Remarques sur la méthode électrochimique d'inscription des courants alternatifs*. Note de M. **A. Blondel**, transmise par M. A. Potier.

« M. Paul Janet a fait connaître récemment ([1]) une nouvelle méthode très ingénieuse, qu'il a appelée *électrochimique*, pour l'étude des courbes périodiques des courants alternatifs. Il peut être intéressant de remarquer que cette méthode est, en électricité, l'analogue exacte de celle que M. Marcel Deprez a imaginée autrefois pour l'étude des machines à vapeur.

» Des deux côtés, le problème consistait à tracer une courbe périodique représentant en ordonnées les valeurs d'une pression variable, pression d'un fluide dans les machines à vapeur ou à gaz, pression électrique dans les circuits électriques.

» M. Marcel Deprez a éliminé l'influence de l'inertie de l'indicateur de Watt, en lui faisant seulement marquer par un petit crochet le moment où la pression du cylindre devient égale à une contre-pression connue, qu'il fait agir sur l'autre face du piston; en déplaçant la fourchette de butée du crayon, en même temps qu'il modifie la contre-pression (ce qui a lieu automatiquement si cette pression est produite par un ressort), il a obtenu le tracé complet de la courbe par segments horizontaux.

» De même, M. Janet fait agir, en opposition à la différence de potentiel

([1]) *Comptes rendus*, 16 avril, 2 et 16 juillet 1894.

variable qu'il veut mesurer, une force électromotrice constante; la trace électrochimique apparaît dès que la première dépasse la seconde d'une quantité connue, et c'est encore en modifiant la position du traceur en même temps que la contre-pression que l'on obtient le relevé de la courbe par segments de droites parallèles à l'axe des abscisses. Le succès de cette intéressante méthode vient surtout de ce qu'au lieu d'un instrument indicateur du genre du galvanomètre, elle emploie pour le tracé des segments de droite un phénomène chimique où n'interviennent ni inertie ni amortissement (1); elle dispense, par la même circonstance, de tout enregistrement photographique, toujours forcément compliqué. Elle paraît donc appelée à un légitime succès.

» Mais l'emploi d'une batterie d'accumulateurs proportionnée à la force électromotrice à mesurer constituerait encore une sujétion gênante dans bien des cas; je me propose d'indiquer ici un autre artifice permettant de réduire autant que l'on veut le nombre de ces éléments sans introduire dans la méthode d'autres causes d'erreurs que celles existantes.

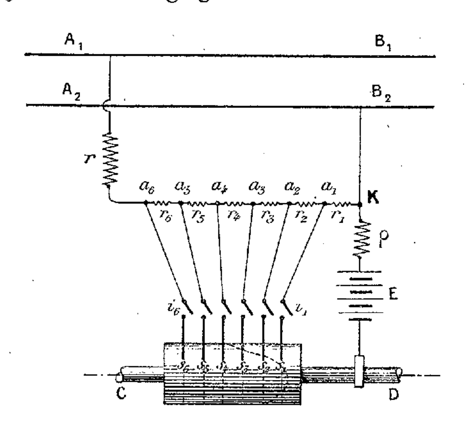
» Pour trouver une série de points de la courbe par l'intersection avec une droite horizontale, il n'est pas nécessaire de déplacer celle-ci parallèlement à elle-même; on peut, tout en la conservant fixe, déterminer les mêmes segments *en modifiant l'échelle de la courbe;* par exemple, en réduisant l'échelle de moitié, on obtient le même segment qu'en doublant l'ordonnée de la droite horizontale. Ce changement d'échelle peut être réalisé très simplement à l'aide d'un potentiomètre construit d'une manière appropriée.

» Supposons qu'il s'agisse, par exemple, de déterminer la courbe des différences de potentiel $u$ entre deux lignes $A_1B_1$, $A_2B_2$ : on disposera entre $A_1$ et $B_2$ une dérivation $A_1B_2$ de résistance totale R, comprenant un rhéostat sans induction $r$ et une série de résistances sans induction $r_1, r_2, \ldots$, dont on reliera les bornes $a_1, a_2, \ldots$, aux styles $s_1, s_2, \ldots$ qui frottent contre le tambour par l'intermédiaire d'interrupteurs $i_1, i_2, \ldots$ qu'on peut fermer successivement (2). D'autre part, on reliera le point K au tambour

(1) J'avais essayé, il y a un an, d'appliquer l'artifice de M. Marcel Deprez à mon *oscillographe* pour courants électriques, en limitant le déplacement du miroir vibrant par une double butée analogue à la fourchette de l'indicateur de Watt; mais la difficulté de régler le jeu de celle-ci à une valeur extrêmement faible et de réaliser encore l'amortissement nécessaire ne m'a pas permis de réussir.

(2) Dans le but de réduire au minimum l'intensité du courant dérivé par les styles;

par un conducteur dans lequel on intercalera une pile E et une résistance $\rho$ suffisamment grande pour que le courant dérivé à travers le tambour entre K et $a_1$, ou $a_2$, ou $a_3$, ... soit négligeable à côté du courant qui traverse la




résistance $r_1, r_2, \ldots$. Les différences de potentiel qui agiront aux extrémités des styles seront, dans ces conditions, sensiblement

$$\left(\frac{r_1}{R}u - E\right), \quad \left[\frac{(r_1 + r_2)}{R}u - E\right], \quad \left[\frac{(r_1 + r_2 + r_3)}{R}u - E\right], \quad \ldots.$$

» Si les styles sont également espacés, et qu'il y en ait 10 par exemple, on devra faire

$$r_1 + r_2 = \tfrac{10}{9}r_1, \qquad r_1 + r_2 + r_3 = \tfrac{10}{8}r_1, \qquad \ldots$$

ou

$$r_2 = \tfrac{1}{9}r_1, \qquad r_3 = \tfrac{10}{72}r_1, \qquad r_4 = \tfrac{10}{56}r_1, \qquad \ldots, \qquad r_{10} = \tfrac{10}{2}r_1,$$

et l'on obtiendra 10 segments de la courbe, c'est-à-dire 20 points déterminant une alternance [1].

» Pour inscrire l'autre alternance, il suffit d'intervertir le sens de la force électromotrice E ou de $u$, et de recommencer les opérations.

» Dans ces conditions, le même appareil peut être appliqué à tous les cas possibles, quel que soit le voltage; il suffit de régler à la main le rhéo-

---

dans ces conditions, je suppose, bien entendu, le tambour calé sur l'arbre de l'alternateur qui produit les courants, ou entraîné par un petit moteur synchrone amorti.

(1) Au lieu de cela, on pourrait faire varier les résistances suivant une loi quelconque et espacer les styles inégalement en conséquence; mais la disposition qu'on vient d'indiquer paraît en général préférable.

stat $r$ de façon que le premier style donne une trace courte (voisine du sommet de la courbe) pour que l'une des alternances de celle-ci puisse se trouver inscrite à une échelle convenable, facile à déterminer quand on connaît E, R et $r_1$.

» La force électromotrice employée E peut donc être quelconque, pourvu que les résistances $r_1$, $r_2$, ... soient choisies en conséquence; mais il ne faut pas perdre de vue que la netteté dans l'apparition et la disparition de la trace bleue, et par conséquent la précision, croîtra avec E.

» On remarquera aussi que, en faisant plusieurs inscriptions avec des valeurs différentes de E, on peut multiplier presque indéfiniment le nombre de points de la courbe obtenus.

» Les mêmes dispositifs s'appliquent à la détermination des intensités de courant, soit qu'on établisse le potentiomètre sur le courant lui-même, soit qu'on le mette en dérivation par rapport à un des conducteurs; si l'on adopte ce dernier procédé, on pourra construire une fois pour toutes une boîte portative comprenant le tambour, son moteur synchrone, la pile, le potentiomètre et le rhéostat de réglage, applicable à toutes les déterminations d'intensité de courant aussi bien que de différence de potentiel. »

OPTIQUE. — *Application de l'auto-collimation à la mesure des indices de réfraction.* Note de M. **Féry**, présentée par M. Fizeau.

« Le principe de l'auto-collimation, indiqué par M. Fizeau, a reçu entre ses mains des applications bien connues; il se prête également, avec une très grande simplicité, à la détermination des indices de réfraction, non seulement par l'emploi du prisme, mais aussi en utilisant le principe de la réflexion totale.

» I. Considérons d'abord un prisme (*fig.* 1) dont l'arête réfringente soit bien normale au plan du limbe d'un goniomètre à lunette auto-collimatrice; on pourra recevoir dans cette lunette quatre rayons : deux réfléchis normalement aux surfaces *extérieures* du prisme (N et N'), et deux réfractés après réflexion normale à l'*intérieur* du verre (R et R'). L'angle que font les deux rayons réfléchis est le supplément de l'angle du prisme; l'angle des deux rayons réfractés est le supplément de l'angle de déviation.

» La formule de Descartes donne donc immédiatement

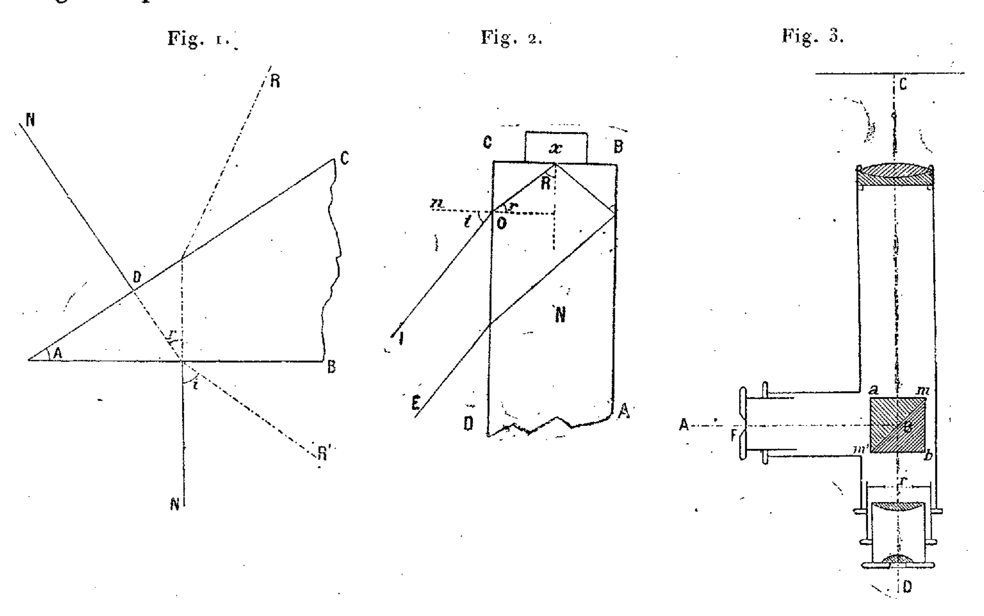
$$n = \frac{\sin\frac{(180 - \mathrm{ROR'})}{2}}{\sin(180 - \mathrm{NON'})}.$$

» Remarquons que, si l'une des faces contient le centre du limbe, les points D et O *sont communs* aux deux rayons normaux N et N' et au rayon réfracté par cette face. Ceci a un grand intérêt, car, l'angle prismatique et l'angle de déviation étant mesurés aux mêmes points des surfaces, un défaut de planéité de ces dernières aura une moins grande importance que dans les méthodes où cette condition n'est pas réalisée.

» Dans ce cas, l'indice sera donné par la formule

$$n = \frac{\sin \mathrm{N'OR}}{\sin(180 - \mathrm{NO'N})},$$

et la mesure ne comportera que trois lectures au vernier. D'autre part, on évite, par cette méthode, la recherche du minimum de déviation, toujours un peu incertaine; enfin le réglage est unique pour la mesure de l'angle du prisme et de la déviation.




» II. Toute combinaison qui permettra à un rayon réfléchi totalement de ressortir parallèle à sa direction incidente pourra être utilisée pour la mesure de l'indice par auto-collimation.

» Le dispositif suivant, analogue à celui qui est employé dans l'appareil de Pülfrich, m'a semblé un des plus simples :

» Un parallélépipède (*fig.* 2) de flint est argenté sur une de ses grandes faces AB et poli sur les autres. On voit facilement que le rayon incident I

donnera lieu à un rayon émergent E qui lui est parallèle. Ce dernier deviendra brusquement très intense quand on fera varier $i$, au moment où l'angle de réflexion totale R sera atteint. Si donc on mesure l'angle $nOI = i$, formé par le faisceau réfléchi normalement à la face d'entrée et par le faisceau réfracté, l'indice sera donné par la formule

$$x^2 = N^2 - \sin^2 i.$$

» III. Pour réaliser facilement les conditions expérimentales réclamées par les deux méthodes que je viens de décrire, j'ai fait construire un goniomètre à lunette auto-collimatrice fixe. Le prisme (ou le parallélépipède) est posé sur la platine, mue par une alidade à vernier donnant les 20″. Cette platine est réglable par deux vis, agissant dans deux plans perpendiculaires; quand l'une des faces du prisme est dans l'un de ces plans, le réglage devient particulièrement commode.

» Afin d'atteindre le grossissement et la précision de pointé réclamés par le vernier, l'oculaire auto-collimateur a dû être modifié de la manière suivante :

» Vers le centre de la lunette (*fig.* 3) est soudé un tube qui lui est perpendiculaire, et qui porte une fente de collimateur F; les rayons émis par cette fente tombent sur la face hypoténuse $mm'$, faiblement argentée ou dorée, d'un prisme à réflexion totale. Un autre prisme identique y est collé, de manière à permettre au rayon de retour d'atteindre l'oculaire.

» On obtient ainsi une image non dédoublée de la fente, ce qui n'aurait pas lieu par l'emploi de la glace à faces parallèles dans ce dispositif.

» IV. On voit donc que le principe de l'auto-collimation permet d'exécuter, dans des conditions particulièrement simples et commodes, les mesures d'indices.

» L'angle des prismes employés ne peut guère dépasser 30°, mais la précision n'en est pas diminuée, la dispersion étant, grâce à la réflexion, identique à celle que produirait un prisme de 60° de même matière. »

CALORIMÉTRIE. — *Sur la chaleur spécifique de l'acide sulfureux liquide.* Note de M. E. MATHIAS, présentée par M. Lippmann.

« La chaleur spécifique des gaz liquéfiés a été très peu étudiée. Les expériences de Regnault sur ce sujet ont été perdues en 1870; depuis, il n'y a guère eu que quatre mesures de Nadejdine (*Exner Repertorium*, 1884)

sur l'acide sulfureux liquide entre — 20° et + 10° et quelques mesures récentes de MM. Ludeking et Starr (*Silliman's Journal*, 1893) sur l'ammoniaque liquéfiée entre 26° et 46°.

» D'une manière générale, la chaleur spécifique des liquides croît en même temps que la température. Que devient-elle à la température critique? La théorie (Raveau, Duhem) indique qu'elle croît indéfiniment en valeur absolue en restant positive, tandis que, dans les mêmes conditions, la chaleur spécifique de la vapeur saturée est infiniment grande, mais négative (Mathias, Duhem, Raveau).

» L'expérience, conduite comme il suit, donne la loi de variation complète de la chaleur spécifique du liquide.

» Soit un récipient métallique A, très résistant, *rempli une fois pour toutes* à basse température d'un gaz liquéfié pur, et fermé hermétiquement par un robinet à pointeau R. Connaissant la loi de variation des deux sortes de densités (liquide et vapeur saturée), le poids total P du fluide et le volume intérieur $v$ de A, on en déduit les poids $p$ et $P - p$ du liquide et de la vapeur à une température $t°$.

» Soit à mesurer la chaleur spécifique *moyenne* du liquide entre la température ambiante et une température $t°$ plus élevée. On calcule le *poids de liquide* qui remplit le volume $v$ à $t° + \varepsilon$ ($\varepsilon =$ quelques dixièmes de degré); puis on enlève l'excédent de gaz. Soit P le poids, connu par différence, du gaz liquéfié qui charge l'appareil. Au moyen d'une étuve on porte A à $t°$, on l'y maintient plusieurs heures, puis on le plonge dans un calorimètre.

» Soient :

$p'$ et $P - p'$ les poids du liquide et de la vapeur à la température finale du calorimètre;
M le poids en eau du récipient A;
Q la chaleur dégagée;
$x$ et $y$ les chaleurs spécifiques *moyennes* entre $t°$ et $\theta°$ du liquide et de la vapeur;
$\lambda$ la chaleur de vaporisation à $t°$;

on a, par l'application au poids $p - p'$ de fluide qui change d'état du principe de l'état initial et de l'état final [1], quel que soit le signe de $p - p'$ :

$$(1) \qquad [M + p'x + (P - p')y](t - \theta) - (p - p')\lambda = Q.$$

---

[1] Pour être absolument rigoureux, il faudrait écrire que c'est l'énergie intérieure et non la quantité de chaleur mise en œuvre, qui ne dépend que de l'état initial et de l'état final. Comme le travail extérieur est ici très petit, la variation de cette quantité, qui intervient seule, est tout à fait négligeable et l'équation (1) est correcte.

» La petitesse [1] de $P - p'$ et de $p - p'$ permet de les remplacer par des valeurs approchées. L'équation (1) donne alors de $x$ une valeur très approchée.

» Pour opérer à $t' > t$, on enlèvera de nouveau du gaz, et ainsi de suite. On aura donc $x$ à des températures croissantes jusqu'au voisinage immédiat de la température critique $t_c$.

» On en déduira la quantité de chaleur $q = f(t)$ nécessaire pour porter un gramme de liquide depuis une température fixe $t_0$ jusqu'à $t$ ($t \leqq t_c$), le liquide restant toujours saturé. Par suite, la chaleur spécifique *vraie* du liquide à $t^\circ$, sera donnée par $M = \frac{dq}{dt}$.

» La méthode est *générale* et s'applique immédiatement à tous les corps, dont les deux densités sont connues, quelle que soit la valeur de la température critique, la seule difficulté expérimentale consistant à maintenir constantes, des heures entières, des températures qui peuvent être très hautes ou très basses.

» J'ai appliqué cette méthode à l'acide sulfureux ($t_c = 156^\circ$) dans *trente-deux* expériences, $t$ variant de $32^\circ,3$ à $155^\circ,5$; il faut y joindre les *quatre* expériences de Nadejdine citées plus haut.

» Mes travaux antérieurs me donnant des valeurs approchées de $\lambda$ et de $y$, j'ai pu construire la courbe $q = f(t)$, en prenant $t_0 = -20^\circ$. On trouve ainsi que l'ordonnée $q$ va en croissant constamment jusqu'à la température critique, où elle a une valeur *finie* voisine de $75^{\text{Cal}},5$, la tangente à la courbe au point critique étant parallèle à l'axe des ordonnées.

» Par suite : *La chaleur spécifique vraie du liquide est toujours positive et va en croissant constamment et indéfiniment.*

» Entre $-20^\circ$ et $+130^\circ$, les valeurs de $m = \frac{d\varphi}{dt}$ sont bien représentées par la formule parabolique

$$m = 0,31712 + 0,00035 07 t + 0,000006762 t^2.$$

Voici quelques valeurs de $m$ :

| *t.* | *m.* | *t.* | *m.* | *t.* | *m.* |
|---|---|---|---|---|---|
| $-20^\circ$ | $0^\circ,3128$ | $+80^\circ$ | $0^\circ,3884$ | $150^\circ$ | 0,845 |
| 0 | 0,3171 | +100 | 0,4198 | 153 | 1,035 |
| +20 | 0,3268 | +120 | 0,4566 | 154 | 1,270 |
| +40 | 0,3420 | +140 | 0,5680 | 155 | 2,200 |
| +60 | 0,3625 | +145 | 0,662 | 155,5 | 2,980 |

---

[1] Les poids de vapeur $P - p$ et $P - p'$ sont de l'ordre du centigramme ou du milligramme; les poids $p$ et $p'$ du liquide sont généralement compris entre $10^{\text{gr}}$ et $20^{\text{gr}}$.

» Je me propose, en particulier, d'appliquer cette méthode à l'acide carbonique, dont la chaleur de vaporisation est connue par mes expériences antérieures, ce qui me permettra d'en déduire immédiatement la chaleur spécifique de vapeur saturée [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la benzoïlquinine.* Note de M. A. **Wunsch** [2], présentée par M. Henri Moissan.

« M. Schützenberger [3] a obtenu toute une série de dérivés benzoïques d'alcaloïdes, en traitant ces alcaloïdes par le chlorure benzoïque. Entre autres produits, il a préparé ainsi la benzoïlquinine, qu'il a décrite comme une masse résineuse et incristallisable.

» Ayant repris son expérience avec la quinine pure, dont l'industrie fournit aujourd'hui les sels dans un état de pureté très satisfaisant, j'ai obtenu la base benzoïlée cristallisée en prismes incolores très nets. Ce résultat m'a permis de faire l'étude de cet alcali et de quelques-uns de ses dérivés.

» *Préparation.* — Pour traiter la quinine par le chlorure de benzoïle, j'ai chauffé au bain-marie 100gr du second réactif; puis j'ai ajouté, peu à peu, en agitant fréquemment, 60gr de quinine pure, bien séchée et finement pulvérisée. J'ai obtenu ainsi un mélange peu coloré, contenant surtout du monochlorhydrate de benzoïlquinine :

$$C^{20}H^{24}N^2O^2 + C^6H^5CO.Cl = C^{20}H^{23}(C^6H^5CO)N^2O^2HCl.$$

» Par refroidissement, la plus grande partie de ce sel forme une masse cristalline, le reste étant retenu en dissolution dans l'excès de chlorure de benzoïle, avec lequel il forme un liquide sirupeux. J'ai traité la masse par plusieurs fois son volume d'eau froide; le monochlorhydrate de benzoïlquinine se dissout assez vite, tandis que l'excès de chlorure de benzoïle impur ne se décompose que très lentement.

» La solution aqueuse, décantée, a été additionnée d'ammoniaque, jusqu'à production d'un faible précipité qui entraîne la matière colorante; après filtration, et addition d'un excès d'ammoniaque, la base benzoïlée s'est séparée en un précipité blanc. Elle a été isolée en agitant le mélange avec de l'éther, qui la dissout aisément. La solution éthérée, séparée par décantation, lavée à l'eau et concentrée par distillation, a donné, par refroidissement, des cristaux de benzoïlquinine. Il est nécessaire de faire intervenir un grand excès de chlorure de benzoïle, afin de transformer la totalité de

---

(1) Travail fait au laboratoire de Physique de la Faculté des Sciences de Toulouse.
(2) Travail fait au laboratoire de M. le professeur Jungfleisch.
(3) *Comptes rendus*, t. XLVII, p. 233.

la quinine. Sans cette précaution, la quinine non attaquée passe dans la liqueur éthérée et empêche la cristallisation de la benzoïlquinine. Il est vrai qu'en chauffant au-dessus de 100°, vers 110° par exemple, on peut parfaire la réaction sans employer un excès de chlorure de benzoïle aussi fort que celui qui est indiqué plus haut; mais la réaction se complique dans ces conditions et on n'obtient plus directement la base benzoïlée en cristaux : il faut alors, pour préparer la base cristallisée, opérer des séparations préalables, qui entraînent des pertes considérables. Peut-être, dans ces circonstances, la réaction porte-t-elle aussi sur le groupe méthoxydé de la quinine, ce qui multiplierait les produits?

» *Propriétés.* — La benzoïlquinine se présente sous forme de prismes incolores très nets, très réfringents et déterminables.

» Elle est insoluble dans l'eau; les cristaux gardent leur forme et leur dureté dans l'eau bouillante. Elle se dissout très abondamment dans l'alcool, la benzine, le chloroforme, l'éther de pétrole et le sulfure de carbone, ainsi que dans l'éther; ce dernier liquide la dissout mieux quand il est saturé d'eau que lorsqu'il est sec. La solution alcoolique, abandonnée à l'évaporation spontanée, ne laisse qu'un résidu visqueux; dans les mêmes conditions, tous les autres dissolvants donnent la base cristallisée, mais c'est la solution dans l'éther humide qui fournit les cristaux les plus nets.

» Ces cristaux sont anhydres et fondent à 139°, sans décomposition, en un liquide incolore; chauffés sur une lame de platine, ils fondent en répandant une odeur aromatique et laissent un résidu charbonneux. Leurs combustions m'ont fourni des résultats correspondant à la formule $C^{20}H^{23}(C^6H^5CO)N^2O^2$ [1].

» Le benzoate de quinine contient une molécule d'eau de plus que la benzoïlquinine; il s'en différencie d'ailleurs par la décomposition immédiate que la potasse lui fait éprouver dès la température ordinaire, alors que la benzoïlquinine ne se décompose, en présence du même réactif, que lentement et à la température du bain-marie. Enfin toute confusion est rendue impossible par ce fait que le benzoate de quinine est soluble dans l'eau, qui ne dissout pas la benzoïlquinine. En outre, on constate aisément la présence du radical benzoïle dans la benzoïlquinine, en chauffant celle-ci avec la potasse alcoolique.

» La benzoïlquinine pure donne, comme la quinine elle-même, la coloration verte par l'eau de chlore et l'ammoniaque; les solutions aqueuses et diluées de ses sels sont fluorescentes.

» *Sels.* — L'introduction du radical benzoïle rend la nouvelle base plus

---

(1)

| | Trouvé. | | Théorie. |
|---|---|---|---|
| Carbone | 75,36 | 75,52 | 75,7 |
| Hydrogène | 6,77 | 6,85 | 6,54 |
| Azote | 7,23 | 7,04 | 6,54 |

faible que la quinine, bien qu'elle reste diacide comme celle-ci; non seulement elle n'agit pas sur la phtaléine de phénol, mais, de plus, elle ne ramène pas au bleu le tournesol rougi par un acide; tous les sels, même les sels basiques, ont une réaction acide au tournesol. La benzoïlquinine forme deux séries de sels : 1° des sels basiques, très stables, formés d'une molécule de base diacide, unie à une molécule d'acide monobasique; 2° des sels neutres avec une proportion double d'acide; les derniers sont décomposés partiellement par l'eau. Les sels que j'ai préparés jusqu'à présent ont été obtenus par cristallisation en solution dans l'alcool dilué (à $\frac{30}{100}$ environ). Les sels basiques sont insolubles ou fort peu solubles dans l'eau; en général hydratés, ils s'effleurissent d'ordinaire rapidement.

» Le *chlorhydrate basique* s'obtient en solution en ajoutant un poids exact d'acide chlorhydrique à la quantité correspondante de base, dissoute dans l'alcool. Par évaporation spontanée, la liqueur donne le sel en prismes aiguillés, réunis en faisceaux et renfermant une demi-molécule d'eau de cristallisation. Le sel est peu soluble dans l'eau, fort soluble dans l'alcool.

» Le *chlorhydrate neutre* se précipite comme une poudre blanche et amorphe, quand on fait passer un courant d'acide chlorhydrique gazeux dans une solution de benzoïlquinine dans l'éther sec; repris par l'alcool absolu, ce précipité se transforme en petits prismes carrés, qui contiennent 1 molécule d'alcool. Les cristaux prennent très vite l'humidité de l'air; ils se dissolvent en toutes proportions dans l'eau et l'alcool ordinaire.

» Le *salicylate basique* est insoluble dans l'eau et peu soluble dans l'alcool; il se précipite en une poudre cristalline, lorsqu'on mélange des solutions alcooliques contenant des quantités correspondantes de base benzoïlée et d'acide salicylique. Repris par l'alcool faible, le sel cristallise en fines lamelles anhydres.

» Le *tartrate basique* se prépare, à la température du bain-marie, en ajoutant une demi-molécule d'acide tartrique à 1 molécule de benzoïlquinine, dissoute dans l'alcool. Par refroidissement, le sel cristallise en aiguilles brillantes contenant 9 molécules d'eau. Ce sel est insoluble dans l'eau.

» Le *succinate basique* se produit comme le tartrate basique, mais, comme il est beaucoup plus soluble dans l'alcool que celui-ci, il ne cristallise pas par refroidissement. Par évaporation de la liqueur dans le vide, on obtient des prismes incolores, à faces courbes, insolubles dans l'eau, contenant 8 molécules d'eau; ces cristaux s'effleurissent très rapidement à l'air. »

ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE. — *Sur le cœur de quelques Orthoptères*. Note de M. A. **Kowalevsky**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« J'ai l'honneur de soumettre à l'Académie un court résumé des observations que j'ai eu l'occasion de faire cette année, en étudiant la rate des

Orthoptères, sur quelques points de la structure du cœur et de ses relations. Je présente ce résumé dans l'espoir que les zoologistes pourront encore, durant la saison actuelle, vérifier et étendre mes propres remarques.

» On sait, d'après Graber, que le cœlome des insectes est divisé en trois régions (*la région péricardiale, la région péri-intestinale, la région périneurale*), par deux diaphragmes horizontaux, l'un *supérieur*, le plus large qui sépare la chambre péricardiale de celle qui entoure l'intestin et les organes génitaux, l'autre *inférieur*, plus étroit, séparant la chambre péri-intestinale de celle qui enveloppe la chaîne nerveuse. Ces diaphragmes sont inégalement développés suivant les types d'insectes : chez les Orthoptères, ils constituent des membranes imperforées, de sorte que les trois chambres cœlomiques secondaires, parfaitement délimitées, ne communiquent entre elles que par les extrémités antérieure et postérieure, où le cœlome n'est pas subdivisé. Le sang, qui pénètre dans la chambre péricardiale, arrive dans le cœur par les fentes veineuses qui s'ouvrent dans cette chambre. Ce sont les seules ouvertures jusqu'ici connues, en outre de l'ouverture cardiale postérieure, pour la pénétration du sang dans le cœur des insectes. Je viens de découvrir chez les Orthoptères une série d'ouvertures, différentes des premières, par lesquelles le cœur est directement en communication avec la *région péri-intestinale du cœlome*. J'ai trouvé cinq paires d'ouvertures de ce genre chez le *Pachytilus migratorius*, chez le *Caloptemus italicus*, la *Locusta viridissima* et le *Thamnotrizon*. Elles sont disposées symétriquement dans les cinq segments abdominaux, de sorte que les chambres cardiaques de ces segments ont chacune quatre ouvertures, deux par lesquelles elles reçoivent le sang de la région *péricardiale*, et deux autres qui leur amènent le sang de la région *péri-intestinale*. Je crois que toutes ces ouvertures sont également veineuses.

» Ces ouvertures, que je suis le premier à signaler, sont bien visibles à l'œil nu, si l'on regarde le cœur par en bas. Je les désignerai sous le nom de *fentes cardio-cœlomiques*, pour les distinguer des *fentes cardio-péricardiales* depuis longtemps connues. Elles sont ménagées sur des mamelons coniques des parois du cœur, qui perforent le diaphragme supérieur et s'ouvrent dans la chambre *péri-intestinale* du cœlome, directement, chez les Acridiens, au contraire dans des canaux spéciaux chez les Locustidés. Chez ces derniers une membrane mince est appliquée au-dessous du diaphragme au point même où se trouve la fente *cardio-cœlomique*, et forme un canal allant vers les flancs de l'animal et s'ouvrant dans la chambre péri-intestinale, au-dessous des grands troncs trachéens longitudinaux.

» Les mamelons dans lesquels sont percées les fentes cardio-cœlomiques représentent un prolongement direct des parois du cœur, mais avec modification de structure. Ces cellules y ont une apparence spongieuse, leurs noyaux sont plus grands, et l'ensemble a pris la forme du type des cellules glandulaires.

» Il me reste à signaler un autre fait important. Au cours de mes recherches sur la structure intime du cœur et des tissus environnants, chez le *Pachytilus,* je fus très surpris de trouver dans la cavité du cœur de la région moyenne de l'abdomen un tube de Malpighi qui y décrivait plusieurs circonvolutions. Je crus d'abord à une disposition pathologique, mais depuis, j'ai retrouvé la même particularité chez la *Locusta*. J'ai pu, à l'aide de coupes, m'assurer que le tube de Malpighi pénètre dans le cœur par l'ouverture *cardio-cœlomique,* décrit plusieurs replis ou courbures, puis qu'il sort du cœur par l'ouverture *cardio-péricardiale* et pénètre dans la chambre péricardiale.

» Je dois ajouter que j'ai vu plusieurs fois la pénétration des tubes de Malpighi dans la région péricardiale, simplement à l'aide de perforations du grand diaphragme supérieur. Je cherche à m'expliquer cette sorte d'attraction des tubes de Malpighi vers les cellules péricardiales par le fait que chez la plupart des animaux (Mollusques, Vertébrés, Crustacés), les reins que j'ai appelés autrefois acides et alcalins, sont toujours réunis dans un seul organe (tubes urinaires et corps de Malpighi chez les Vertébrés; canaux urinaires et saccules périphériques chez les Crustacés décapodes; glandes péricardiales et organes de Bojanus chez les Lamellibranches), tandis que chez les Insectes ces deux portions physiologiques des reins sont divisées. Il peut en résulter une certaine attraction physiologique des organes déterminant la pénétration des tubes de Malpighi dans la région occupée par la partie acide du rein d'élimination, c'est-à-dire dans la région des cellules péricardiales. »

BOTANIQUE. — *Sur les périthèces de l'Oïdium de la Vigne* (Uncinula spiralis). Note de M. **Pierre Viala**, présentée par M. Duchartre.

« L'identité de l'Oïdium d'Europe (*Erysiphe Tuckeri*) et de l'Oïdium d'Amérique (*Uncinula spiralis*), que j'avais affirmée en 1887, est devenue un fait acquis à la suite de la découverte, par M. G. Couderc, en 1892, des périthèces de l'*U. spiralis* en France. La formation des périthèces, qui,

depuis 1847, n'avait jamais été constatée en Europe, a été très abondante en France en 1893; nous les avons observés non seulement, comme l'avait fait M. G. Couderc en 1892, sur quelques pampres non aoûtés, mais sur tous les organes de la Vigne, sur rameaux herbacés, rameaux aoûtés, grappillons, et surtout, en très grande quantité, sur la face supérieure des feuilles oïdiées, dans l'Allier, l'Hérault, le Gard, l'Aude, le Var, l'Yonne, la Savoie, l'Eure-et-Loir. Le fait du développement exceptionnel de l'*U. spiralis*, en 1893, n'a pas été particulier à ce Champignon. D'autres espèces de la famille des Érysiphées ont aussi fructifié en abondance; telles les espèces suivantes, qui ne fructifient pas ou fructifient peu : *Sphærotheca pannosa, Sph. Epilobii, Erysiphe horridula, E. communis, Uncinula adunca*. Cette production extraordinaire des périthèces de l'Oïdium en France, en 1893, leur fréquence relative dans le nord des États-Unis est due, ainsi que nous le développons dans un travail complet sur cette question (*Revue de Viticulture*, tome II, 1894), aux chaleurs excessives de 1893, auxquelles ont succédé des abaissements brusques de température. Ces faits confirment l'hypothèse que nous avions émise, en 1887, sur l'origine américaine de l'Oïdium européen, sur l'absence des périthèces en Europe et en Californie, et sur leur fréquence dans le nord des États-Unis.

» Le parasite qu'avait signalé de Bary sur les conidiophores de l'Oïdium, le *Cicinnobolus Cesatii*, s'est développé en abondance, en 1893, dans les périthèces de l'*U. spiralis*. Dans le mycélium et les conidiophores, le *C. Cesatii* forme des fruits à membrane propre et pluricellulaire; mais sur les périthèces de l'Oïdium, il se substitue simplement à leur contenu, en utilisant leur enveloppe et en fructifiant dans leur cavité.

» Un autre parasite des périthèces de l'Oïdium, que nous avons constaté pour la première fois, était encore plus abondant en 1893. Certains périthèces, qui présentaient à l'extérieur des caractères absolument normaux et qui ne se différenciaient en rien, soit dans la teinte, la dimension et la forme des cellules de l'enveloppe, soit dans les fulcres, étaient envahis par une Bactérie qui remplissait tout leur intérieur et s'était substituée le plus souvent à tout son contenu; quelques périthèces avaient cependant des fragments d'asques ou de sporidies en partie corrodés. C'est là un cas de parasitisme très particulier et dont nous ne connaissons pas d'autre exemple. On est même amené à se demander, en présence de ce fait d'une netteté indiscutable, si certaines *spermogonies* de Champignons ne constituent pas des cas analogues. Quand on éclate les périthèces envahis par les Bactéries, souvent disposées en files radiales, ils laissent échapper une

quantité innombrable de petits bâtonnets, incolores, courts, ayant en longueur deux fois leur diamètre, un peu renflés à leurs extrémités, où se dessine (en cultures ou dans les vieux périthèces) un amas homogène, plus réfringent et qui n'est qu'une spore se colorant plus fortement par les réactifs; ces bâtonnets, à deux spores, une à chaque extrémité, sont un peu rétrécis à leur centre. »

La séance est levée à 4 heures. J. B.

---

## BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

### Ouvrages reçus dans la séance du 16 juillet 1894.

*Répartition de la pression atmosphérique sur l'océan Atlantique septentrional, d'après les observations de* 1870 *à* 1889, *avec la direction moyenne du vent sur les littoraux,* par le capitaine G. Rung, sous-directeur de l'Institut météorologique du Danemark. Copenhague, 1894; 1 atlas in-f°. (Présenté par M. Mascart).

*Manuel pratique de l'Aéronaute,* par W. de Fonvielle, Paris, Bernard Tignol; 1 vol. in-8°.

*Herpétologie algérienne ou Catalogue raisonné des Reptiles et des Batraciens observés jusqu'à ce jour en Algérie,* par Ernest Olivier. (Extrait des *Mémoires de la Société zoologique de France.*) Paris, 1894; 1 fasc. in-8°.

*Résumé des observations météorologiques faites du* 1er *juillet* 1891 *au* 31 *décembre* 1893 *à l'observatoire de la tour Saint-Jacques (Paris),* par M. Joseph Jaubert. Versailles, Aubert, 1894; 1 br. in-8°.

*Muscologia gallica.* Descriptions et figures des mousses de France et des contrées voisines, par T. Husnot. 13e livraison. Cahan (Orne), T. Husnot, 1894; 1 fasc. in-8°.

*Roberto Campana,* prof. di Clinica dermosifilopatica nella R. Università di Roma. *Lepra.* Genova, 1894; gr. in-8°.

*Chimica e analyse chimica,* por Virgilio Machado e Achilles Machado. Volume I. *Metalloïdes.* Lisboa, 1892; 1 vol. gr. in-8°.

*Observations and researches made at the Hongkong observatory in the year* 1893; by W. Doberck, director. Hongkong, 1894; 1 vol. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 23 JUILLET 1894.

1822-1892. *Jubilé de M. Hermite* (24 décembre). Paris, Gauthier-Villars et fils, 1893; br. petit in-4°. (Présenté par M. G. Darboux.)

*Traité d'Analyse*, par ÉMILE PICARD, Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté des Sciences. Tome III : *Des singularités des intégrales des équations différentielles. Étude du cas où la variable reste réelle* (premier fasc.). Paris, Gauthier-Villars et fils, 1894; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Picard.)

*Bulletin des Sciences mathématiques*, rédigé par MM. GASTON DARBOUX et JULES TANNERY. Deuxième série. Tome XVIII. Avril-mai 1894; Paris, Gauthier-Villars et fils, 1894; 2 fasc. in-8°.

*Les Travaux publics et les Mines dans les traditions et les superstitions de tous les pays*, par PAUL SÉBILLOT, ancien chef du Cabinet du Personnel et du Secrétariat du Ministère des Travaux publics. Paris, J. Rothschild, 1894; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Daubrée.)

*Mémoires de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Lyon. Sciences et Lettres*. Troisième série. Tome II. Paris. J.-B. Baillière, 1893; 1 vol. gr. in-8°.

*Annales de la Société d'Agriculture, Sciences et Industrie de Lyon*. Septième série. Tome I. 1893; Paris. J.-B. Baillière et fils; 1 vol. gr. in-8°.

*Catalogue général annuel des produits chimiques, Pharmacie et Droguerie, et des industries annexes*. Paris, L. Parly, 1864; 1 vol. in-4°.

*Nova Acta regiæ Societatis Scientiarum upsaliensis*. Seriei tertiæ. Vol. XVI. Upsaliæ, 1893; 1 vol. in-4°.

*Publicationen des astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam*, herausgegeben vom Director H. C. VOGEL. Neunter Band. Potsdam, 1894; 1 vol. in-4°.

*Atti della R. Accademia dei Lincei, anno CCXCI*. 1894. *Rendiconto dell' adunanza solenne del 3 giugno* 1894. Roma, 1894; 1 fasc. in-4°.

*Bulletin of the United States Fish Commission*. Vol. XI, for 1891. Washington, 1893; 1 vol. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 30 JUILLET 1894.

*Annales agronomiques*, publiées sous les auspices du Ministère de l'Agriculture, par M. P.-P. DEHÉRAIN, Membre de l'Institut, professeur de

Physiologie au Muséum d'Histoire naturelle, etc. N° 7, 25 juillet 1894. Paris, G. Masson, 1894; 1 fasc. in-8°.

*Bulletin de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale*, publié sous la direction des secrétaires de la Société, MM. Collignon et Aimé Girard. Juin 1894; 1 fasc. in-4°

*Annuaire de l'École Polytechnique* pour l'an 1894. 2e série. Tome I. Paris et Limoges, H. Charles Lavauzelle.

*Locomotives à adhérence totale pour courbes de petit rayon*, par A.-M. Mallet. (Extrait des *Mémoires de la Société des ingénieurs civils de France*.) Mai 1894, Paris, Baudry et Cie; 1 br. in-8°.

*Bulletin de la Société des amis des Sciences naturelles de Rouen*. 1er et 2e semestres 1893. Rouen, J. Lecerf, 1894; 1 vol. in-8°.

*Bulletin de la Société de l'industrie minérale*, publié sous la direction du Conseil d'administration. Troisième série. Tome VII. IVe livraison, 1893. Saint-Étienne; 1 vol. in-8°, avec atlas in-f°.

*Comptes rendus des séances de la Commission permanente de l'Association géodésique internationale réunie à Genève du* 12 *au* 18 *septembre* 1893. Rédigés par le Secrétaire perpétuel A. Hirsch. Neuchatel, Attinger frères, 1894; 1 vol. in-4°.

*Archives du Musée Teyler*. Deuxième série, vol. IV; deuxième Partie. Paris, Gauthier-Villars, 1894; 1 fasc. gr. in-8°.

*Account of the operations of the great Trigonometrical Survey of India*. Volume XV. *India office*. London, 1893; 1 vol. in-4°.

*A Manual of the Geology of India*. Calcutta, 1893; 1 vol. gr. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 6 aout 1894.

*Direction générale des Douanes. Tableau général du commerce de la France avec ses colonies et les puissances étrangères pendant l'année* 1893. Paris, Imprimerie nationale, 1894; 1 vol. in-4°.

*Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du* 5 *juillet* 1844, publiée par les ordres de M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie. Tome LXXVIII, Ire et IIe Parties. Paris, Imprimerie nationale, 1894; 2 vol. in-4°.

*Annales de Chimie et de Physique*, par MM. Berthelot, Pasteur, Friedel, Mascart. Août 1894. Paris, G. Masson, 1894; 1 vol. in-8°.

*Bulletin astronomique*, publié sous les auspices de l'Observatoire de Paris, par M. Tisserand, Membre de l'Institut. Août 1894. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1894; br. in-8°.

*Bulletin de l'Académie de Médecine*, publié par MM. J. Bergeron, Secrétaire perpétuel, Cadet de Gassicourt, secrétaire annuel. Nos 30 et 31. Séances des 24 et 31 juillet 1894. Paris, G. Masson, 1894; 2 br. in-8°.

*Bulletin de la Société d'Agriculture, Sciences et Arts de la Sarthe*. Année 1894. 3e fasc. Le Mans, Edmond Monnoyer, 1894; br. in-8°.

*Société de Géographie. Comptes rendus des séances*. 1894. N° 14. Séance du 15 juin 1894. Paris, br. in-8°.

*Les Anguillules du vinaigre*. Note présentée au Congrès international de Chimie appliquée (Bruxelles, 4-10 août 1894), Section de Biologie, par M. H. Imhoff.

---

## *ERRATA.*

(Séances des 2 et 23 juillet 1894.)

Page 112 et 308, le nom de l'auteur est Papavasiliou *au lieu de* Papavasiliore et Papavasilion.

Page 113, ligne 9 en remontant, *au lieu de* Palæokhéri, *lisez* Palæokhori.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

# DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

---

### SÉANCE DU LUNDI 20 AOUT 1894,

PRÉSIDENCE DE M. LŒWY.

---

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **A. Milne-Edwards** annonce à l'Académie que notre Correspondant M. *Cotteau* a légué au Muséum d'Histoire naturelle sa collection d'Échinodermes vivants.

## MÉMOIRES LUS.

ÉLECTRICITÉ. — *L'électricité considérée comme un mouvement tourbillonnaire.* Note de M. **Ch.-V. Zenger**.

« Si l'on fait passer la décharge d'une bobine de Ruhmkorff ou d'une machine Wimshurst dans une cloche pneumatique sous laquelle on a placé une éprouvette contenant de l'ammoniaque diluée, et une autre remplie d'acide chlorhydrique concentré, on voit s'élever, au moment de la décharge, des tourbillons qui sont formés par de petits cristaux blancs de

chlorhydrate d'ammoniaque suspendus dans l'air. Ils se condensent en tourbillonnant en filons cohérents, qui tombent sur la platine pneumatique. Ces cristaux se déposent comme M. Faye l'a montré pour les débris des toitures et des arbres pendant le cyclone de la vallée du Roux en Suisse, c'est-à-dire qu'ils forment des lignes de force électrique.

» Cette expérience montre que les décharges électriques, quelle que soit leur origine, produisent un mouvement tourbillonnaire dans la matière qui se trouve dans le champ électrique et qui s'y condense.

» Pour déterminer avec plus de rigueur la forme de ce mouvement tourbillonnaire, j'ai eu l'idée d'exécuter l'expérience suivante :

» Je colle, sur une plaque photographique de $13^{cm} \times 18^{cm}$, deux petits triangles de papier d'étain, en regard l'un de l'autre; je laisse sécher, et je couvre la plaque d'une légère couche brunâtre de noir de fumée.

» Après la décharge, on trouve une trace blanche de $4^{mm}$ à $5^{mm}$ d'épaisseur, à bords dentelés, qui va en s'élargissant vers le milieu. Dans la partie médiane de cette trace, se trouve un filet constitué par du noir de fumée qui est resté intact. L'épaisseur de ce filet va en diminuant jusqu'au milieu de la trace, où il disparaît. On peut donc considérer ce filet comme l'analogue de l'espace tranquille que l'on appelle l'*œil* du cyclone atmosphérique. De plus, la partie blanche de la trace est sillonnée de courbes hélicoïdales très serrées, dextrorsum près d'un pôle, sinistrorsum près de l'autre.

» Ces particularités me paraissent démontrer que l'électricité fait décrire aux molécules une trajectoire tout à fait différente de celle de la lumière. En effet, cette dernière peut être représentée en général par une vis de pas invariable, tracée sur une surface cylindrique à base circulaire ou elliptique, tandis que la trajectoire du mouvement électrique peut être considérée comme tracée sur une surface conique à pas variable, dont les spires vont en s'élargissant vers le milieu de la trace de la décharge.

» Ces figures, que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, représentent la projection du mouvement tourbillonnaire sur un plan parallèle à l'axe du mouvement : il m'a paru essentiel de produire des images électrographiques, qui pussent être considérées comme la projection du même mouvement sur un plan perpendiculaire à cet axe.

» Je prends un miroir argenté, recouvert d'une couche de vernis comme d'ordinaire. Je mets le déflagrateur positif en face de la couche de vernis, tout près d'elle, tandis que le déflagrateur négatif se trouve en regard de la surface de verre et à une distance de $10^{cm}$ à $12^{cm}$. Les choses étant ainsi disposées, le vernis est chassé par la décharge avec tant de force, que parfois il pénètre dans la peau de l'expérimentateur. Il se produit également une volatilisation complète de la couche mince d'argent, comme dans l'expérience bien connue de la décharge électrique traversant une feuille

d'or placée entre deux verres. La vapeur d'argent est mise en mouvement tourbillonnaire et se condense sur la surface froide du verre. On obtient ainsi des images transparentes, parsemées de spires d'argent amorphe, jaune-rougeâtres.

» La même expérience, exécutée avec un miroir doré, donne également des spires d'or amorphe, de pourpre d'or.

» Les électrographies ainsi obtenues, agrandies cinq fois par la photographie, montrent des spires à plusieurs branches et des noyaux centraux, qui sont évidemment les sections du filet central de l'expérience précédente. Si la décharge est assez forte, on voit une série de ces noyaux centraux, dont chacun est entouré de spires; ce sont évidemment les effets produits par une série de décharges consécutives.

» Ces expériences sont des expériences de laboratoire. Mais voici un exemple d'une sorte d'image, laissée accidentellement dans l'espace, du mouvement produit par un éclair.

» La foudre, en tombant, le 21 juillet 1889, sur la manufacture de soude à Aussig, en Bohême, a atteint un miroir argenté, épais de $6^{mm}$, qui se trouvait dans le salon du Directeur. Elle l'a mis en pièces, l'a perforé en plusieurs points, en y pratiquant des trous coniques. En chaque point, elle a chassé le verre fondu et laissé la trace du mouvement tourbillonnaire, sous la forme de minces fils de verre fondu, adhérents, et recouvrant les parois de l'excavation conique. »

## CORRESPONDANCE.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur de nouvelles expériences permettant de comparer les débits des liquides, des gaz et de la vapeur, à travers les mêmes orifices.* Note de M. **H. Parenty**, présentée par M. Sarrau.

« Les nouvelles expériences que j'ai eu l'honneur de résumer ici ont eu pour but de comparer les coefficients du débit des liquides, des gaz et de la vapeur d'eau, à travers les mêmes orifices. Elles présentent, pour les liquides, deux caractères spéciaux à l'étude des écoulements gazeux : 1° les orifices sont noyés; 2° le rapport des pressions absolues $h$ et $h_1$, amont et aval, peut varier de l'infini à 0, pour des valeurs de $h_0$ variant de la pression atmosphérique au vide.

» *Niveau constant.* — Il est établi au sommet d'un pylône de $25^m$ de hauteur et se compose de deux petites cuvettes accolées et réunies par un siphon. La première cuvette, fixe, est munie de deux tuyaux verticaux pour l'entrée de l'eau sous pression de la ville et sa sortie. La seconde, mobile, est suspendue à l'extrémité d'un levier,

dont la partie moyenne s'appuie sur la soupape horizontale du tuyau d'entrée. Ce régulateur, fort précis, donne accès au rhéomètre par un premier robinet de réglage, muni d'une manette longue et sensible.

» *Rhéomètre.* — L'orifice est disposé verticalement entre deux chambres horizontales cylindriques de $0^m,100$ de diamètre et de $1^m$ de longueur. Deux points culminants de ces chambres aboutissent à des cloches de cristal destinées à recevoir et à mesurer l'air, qui se dégage, avec abondance, pendant certaines expériences de basses pressions. Ces cloches sont expurgées ensuite par de petits robinets placés au-dessous du niveau constant.

» *Baromètre aspirateur.* — C'est un tube de plomb de $0^m,050$ de diamètre. Il se raccorde à la cloche graduée d'aval et descend en longeant verticalement un montant du pylône. Enfin, à $20^m$ environ au-dessous du niveau des orifices, il devient horizontal et se termine par un second robinet de réglage, suivi d'un robinet d'arrêt débouchant à l'air par un trop-plein en col de cygne : c'est la disposition d'un baromètre à siphon, dont le robinet de réglage inférieur occuperait le point bas.

» *Manomètres.* — La lecture des pressions comprises entre le vide absolu et la pression atmosphérique se fait sur des manomètres à siphon dont la courbure doit descendre à $11^m$ environ au-dessous des chambres du rhéomètre. L'installation comprend également un baromètre à mercure et des thermomètres placés aux abords de l'orifice, dans les liquides et dans l'atmosphère.

» *Expérience.* — Après avoir réglé par tâtonnement les robinets de façon à soumettre l'orifice à des pressions convenables, on purge d'air en fermant un instant le robinet d'arrêt. Au coup de sifflet préparatoire, le robinet d'arrêt est ouvert, et les trois opérateurs du pylône observent les hauteurs et le volume d'air dégagé à l'aval de l'orifice. Quand les niveaux manométriques sont à peu près stables, et au coup de sifflet définitif du chef, l'opérateur du bas met d'une main le chronomètre en marche et de l'autre place un vase gradué sous le robinet d'arrêt. Quand le vase est plein, troisième coup de sifflet, arrêt du chronomètre et lectures finales. Il convient de retrancher du volume liquide débité le volume d'air recueilli dans la cloche aval, et même d'y ajouter la petite variation du volume dans le tube manométrique aval pendant l'expérience. Les hauteurs sont données par la moyenne des observations extrêmes.

» Dans une première série d'expériences, j'ai maintenu en tête des orifices une pression constante $H_{at} + 0^m,95$ et comparé quatre orifices employés par Hirn (¹) et par moi-même (²) dans les études du débit des gaz et de la vapeur d'eau.

---

(¹) Hirn, *Recherches expérimentales sur la limite de vitesse que prend un gaz*, etc. Gauthier-Villars, 1886. — Mon Mémoire du 19 octobre 1891, *Comptes rendus*, t. CXIII, p. 493.

(²) *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 867.

| | $h_0 - h_1$ en eau. | Orifices en minces parois. $d = 0^m,004$. $n$ d'expériences. | | Moy. | $d = 0^m,0057$. $n$ d'expériences. | | Moy. | Orifices convergents. $\frac{1}{2}$ angle 9°. $d = 0^m,00315$. $n$ d'expériences. | | Moy. | $\frac{1}{2}$ angle 13°. $d = 0^m,00315$. $n$ d'expériences. | | Moy. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | m m | | m | | | m | | | m | | | m | |
| Eau (parabole) | de 0 à 1 | 2 | 0,718 | 0,714 | 4 | 0,662 | 0,656 | 2 | 1,013 | 1,025 | 13 | 1,024 | 1,030 |
| | 1 2 | 3 | 0,715 | | 4 | 0,656 | | 2 | 1,021 | | 7 | 1,029 | |
| | 2 3 | 4 | 0,712 | | 3 | 0,651 | | 3 | 1,021 | | 4 | 1,020 | |
| | 3 4 | » | » | | » | » | | 6 | 1,028 | | 9 | 1,033 | |
| | 4 6 | » | » | | » | » | | 4 | 1,029 | | 4 | 1,033 | |
| | 6 7 | 5 | 0,713 | | » | » | | » | » | | 6 | 1,035 | |
| Air (ellipse) | $0^m,127$ | 1 | 0,660 | 0,654 | 1 | 0,665 | 0,657 | 1 | 1,011 | 1,020 | 1 | 1,0261 | 1,0317 |
| | $0^m,410$ | 1 | 0,649 | | 1 | 0,649 | | 1 | 1,029 | | 1 | 1,0373 | |
| Vapeur d'eau (ellipse) | diverses | » | 0,70 | » | » | » | » | » | » | » | » | » | 1,0373 |

» Dans une seconde série d'expériences, j'ai soumis les deux faces de l'orifice convergent de $0^m,00315$ de diamètre à des pressions $p_0$ et $p_1$ simultanément variables et inférieures à la pression atmosphérique.

| $h_0$ absolu. | $h_0-h_1$. | $m$. | Moyenne. | $h_0$ absolu. | $h_0-h_1$. | $m$. | Moyenne. | $h_0$ absolu. | $h_0-h_1$. | $m$. | Moyenne. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| m | m | | | m | m | | | m | m | | |
| 11,89 | 2,51 | 0,998 | 1,029 | 9,67 | 2,17 | 1,033 | 1,035 | 5,03 | 1,20 | 1,023 | 1,031 |
| 11,86 | 4,93 | 1,033 | | 9,63 | 2,20 | 1,038 | | 2,87 | 1,01 | 1,071 | |
| 11,86 | 4,85 | 1,045 | | 9,57 | 3,92 | 1,033 | | 2,44 | 0,77 | 1,038 | |
| 10,30 | 2,25 | 1,014 | | 9,55 | 3,86 | 1,038 | | 2,43 | 0,63 | 1,011 | |
| 10,30 | 1,99 | 1,033 | | 8,93 | 2,08 | 1,029 | | 2,27 | 0,58 | 1,025 | |
| 10,03 | 1,93 | 1,038 | | 8,80 | 2,08 | 1,038 | | 2,15 | 0,55 | 1,018 | |
| 9,98 | 2,20 | 1,038 | | 8,65 | 2,00 | 1,038 | | Moyenne générale.... | | | 1,0316 |

» Pour observer de plus basses pressions, il conviendrait de supprimer le dégagement gazeux, en employant le mercure ou l'eau bouillie.

» En résumé : 1° les coefficients du débit des gaz équivalent précisément à ceux du débit noyé des liquides; 2° ces coefficients ne varient pas sensiblement quand on modifie de toutes façons la pression $h_0$, la contre-pression $h_1$ et leur rapport; ils sont indépendants de la température et de la pression atmosphérique; 3° il n'existe, pour les liquides, aucun phénomène analogue à la régularisation du débit des gaz, à partir d'un rapport limite déterminé de leurs pressions. Le débit des liquides est exactement et toujours l'ordonnée d'une parabole dont la perte de charge est l'abscisse.

» Cette invariabilité de $m$ donne aux orifices noyés que j'ai appliqués naguère au jaugeage de différents cours d'eau, de pentes extrêmement faibles [1], un avantage important sur les orifices à air libre ou les déver-

(1) *Comptes rendus*, t. CIV, p. 1427; t. CVIII, p. 505.

soirs, dont les coefficients de débit éprouvent des variations fort complexes, par suite de la transition d'un milieu liquide à un autre gazeux. Les coefficients du débit des orifices convergents sont un peu supérieurs à l'unité, et cette apparente anomalie ne me semble pas devoir être attribuée nécessairement à quelque légère erreur d'appréciation sur le diamètre, fort petit lui-même, des sections. J'ai, en effet, assigné ici même à la valeur 1,0373 du coefficient *elliptique* des gaz une interprétation géométrique précise ([1]). C'est pour l'orifice conique de demi-angle égal à 13°, le plus favorable de tous à l'écoulement, le rapport

$$\left(\frac{\text{arc } 13^\circ}{\sin 13^\circ}\right)^2 = 1,0373$$

de la calotte sphérique au cercle qui lui sert de base. Cela éveille en nous l'idée d'une réelle composition des forces vives, d'une orientation atropique de la matière en mouvement à la tranche de l'orifice; et l'on rapprochera sans doute avec intérêt des chiffres de ce Mémoire les valeurs 1,027, 1,007 et 1,039 par lesquelles M. Bazin ([2]), après Poncelet et Lesbros, vient d'exprimer pour divers orifices, carrés, ronds et rectangulaires, de sections et surtout de convergences très diverses, le rapport de la vitesse réelle à la vitesse théorique des liquides à la section dite *contractée* de leur jet.

» M. l'inspecteur général Humblot, directeur du Service des eaux de la Ville de Paris, a bien voulu s'intéresser à cette étude. Il a mis à ma disposition, dès 1891, le personnel et les ressources du laboratoire de la rue Coligny, dont l'habile directeur, M. Hermann Blanc, a construit l'installation que je viens de décrire et déterminé seul, après mon départ de Paris, les résultats les plus importants de ce Mémoire. »

OPTIQUE. — *De la périodicité des raies d'absorption des corps isotropes.* Note de M. G. **Moreau**.

« J'ai montré dans une Communication précédente que, dans un milieu formé d'un seul système de molécules matérielles et d'éther, il résulte, par suite du choc de l'éther contre la matière, pour une molécule une

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXIII, p. 790.
(2) *Ibid.*, t. CXVIII, p. 1032.

force accélératrice, et pour l'éther une force résistante rapportée à l'unité de volume. Le calcul des composantes de cette action est lié à l'équation d'un ellipsoïde de distribution de l'éther que j'ai défini. Je me propose d'appliquer les résultats obtenus à l'explication des raies d'absorption d'un corps isotrope.

» Dans ce cas, l'ellipsoïde de distribution est une sphère. On a alors

$$A_1 = B_1 = C_1, \qquad P = Q = R = 5\varphi A_1, \qquad p = q = r = 0.$$

» La composante parallèle à $Ox$ de la force accélératrice est

$$X = NP\left(\frac{d\xi}{dt} - \frac{dU}{dt}\right),$$

$\xi$ et U élongations de l'éther et de la matière.

» Les équations du mouvement sont :

$$\begin{aligned} &\text{Éther.....} \quad \rho\,\frac{d^2\xi}{dt^2} = \alpha^2\left(\Delta\xi - \frac{d\theta}{dx}\right) + \beta(U-\xi) + \gamma\,\frac{d(U-\xi)}{dt} \\ &\text{Matière...} \quad M\,\frac{d^2U}{dt^2} = aU + \beta(\xi - U) + \gamma\,\frac{d(\xi-U)}{dt} \end{aligned} \qquad \gamma = NP.$$

$\beta(U-\xi)$, où $\beta$ est positif, caractérise l'attraction entre la matière et l'éther; $aU$, où $a$ est négatif, les actions matérielles moléculaires.

» Le mouvement représenté par les équations précédentes sera transversal si l'on pose

$$(1) \qquad \begin{cases} \xi = Ae^{-Kz+in\left(\frac{z}{C}-t\right)}, \\ U = Be^{-Kz+in\left(\frac{z}{C}-t\right)}, \end{cases}$$

$$(2) \qquad \begin{cases} \xi = Ae^{(\lambda-in)t+in\frac{z}{C}}, \\ U = Be^{(\lambda-in)t+in\frac{z}{C}}. \end{cases}$$

A et B sont indépendants de $t$ et de $z$, $n$ est le nombre de vibrations du mouvement en l'unité de temps.

» Le système (1) donne

$$\begin{aligned} &\frac{K}{C} = \frac{\gamma}{2\alpha^2}\,\frac{(Mn^2+a)^2}{p^2+n^2\gamma^2} \\ &\frac{1}{C^2} - \frac{K^3}{n^2} = \frac{\rho}{\alpha^2} + \frac{Mn^2+a}{n^2\alpha^2}\,\frac{-p\beta+n^2\gamma^2}{p^2+n^2\gamma^2} \end{aligned} \qquad p = Mn^2 + a - \beta.$$

» Ces formules, semblables à celles d'Helmholtz, se discutent de la

même façon. Cependant $\gamma$, qui est proportionnel à N, doit varier avec la densité du corps absorbant, avec la vitesse C et avec $n$. De ces deux dernières influences, il résulte que $\gamma$ croîtra très légèrement avec $n$. On obtient une bande ou un nombre *très limité* de bandes d'absorption, accompagnées chacune d'une dispersion anomale.

» Le système (2) correspond à une valeur réelle de $\lambda$, donnée par une équation du troisième degré, qui n'admet qu'une seule racine réelle et négative. Cette racine, changée de signe, est toujours comprise entre $\lambda_0$ et $\lambda'_0$ :

$$\lambda_0 = \gamma \frac{(Mn^2+\beta)(\rho+M)}{2\rho M^2 n^2} \quad \text{et} \quad \lambda'_0 = \frac{\gamma(p+\beta)^2}{2[\rho(p^2+n^2\gamma^2)+M(\beta^2+n^2\gamma^2)]},$$

qui varient lentement avec $n$. On a donc *une onde qui s'amortit lentement si $\gamma$ est petit*, c'est-à-dire si le corps est peu absorbant. L'indice de réfraction correspondant est

$$(3) \qquad \frac{N^2}{V_0^2} = \frac{\rho}{\alpha^2} + \frac{p(2\rho\lambda_1-\gamma)-\beta(2M\lambda_1+\gamma)}{(2M\lambda_1-\gamma)n^2\alpha^2},$$

où $\lambda_1$ est la valeur moyenne de $-\lambda$ dans une certaine région du spectre, celle du spectre visible par exemple, $V_0$ est la vitesse de la lumière dans le vide.

» L'équation (3) montre que l'onde amortie ne sera réelle que pour des valeurs de $n$ assez grandes pour que $p$ soit sûrement positif. Dans la région du spectre ainsi définie, la dispersion sera régulière, jusqu'à un maximum de l'indice très éloigné de $p=0$. Or $p=0$ correspond, si $\gamma$ est petit, à une bande à dispersion anomale définie par le système (1) : donc, si le corps présente cette bande dans l'infra-rouge, l'*onde amortie sera dispersée régulièrement dans le spectre visible.*

» L'intensité sera donnée par l'expression

$$I = \frac{A^2}{4}\cdot\lambda_1 \times X,$$

où

$$X = \frac{\lambda_1^2+n^2}{\lambda_1} - n\sin 2n\frac{z}{C} + \lambda_1 \cos 2n\frac{z}{C}.$$

I sera proportionnel à $\lambda_1$, c'est-à-dire à $\gamma_1$ et sera, en général, petit.

» L'étude des variations de X avec $n$ montre :

» I. Que ses maxima sont donnés par l'équation

$$\alpha_1 + \text{arc tang}\frac{A_1}{B} - \text{arc sin}\frac{C}{\sqrt{A_1^2+B^2}} = 2K\pi.$$

» II. Que ses minima, c'est-à-dire *les raies d'absorption de l'onde amortie*, par

$$\alpha_1 + \text{arc tang}\,\frac{A_1}{B} + \text{arc sin}\,\frac{C}{\sqrt{A_1^2 + B^2}} = (2K + 1)\pi,$$

où K est entier et positif, $\alpha_1 = 2n\,\frac{z}{C}$, $A_1 = n\,\frac{d\alpha_1}{dn}$, $B = 1 + \lambda_1\,\frac{d\alpha_1}{dn}$, $C = \frac{2n}{\lambda_1}$.

» III. ($a$) Qu'au voisinage d'une bande d'absorption à dispersion anomale définie par le système (1), les maxima et minima sont écartés et que les raies d'absorption ont les bords diffus. ($b$) Dans une région plus éloignée, du côté des $n$ croissants, ils sont plus serrés et les raies noires ont un bord très net du côté le moins réfrangible. ($c$) Plus loin encore, les maxima et minima disparaissent entièrement et, au delà du maximum de l'indice, seules les raies ($b$) reparaissent.

» IV. Les raies ou bandes d'absorption de l'onde amortie sont accompagnées d'une dispersion régulière; elles sont périodiques et cette périodicité est d'accord avec l'expérience, comme je le montrerai.

» Ainsi, dans un corps absorbant isotrope, formé d'un *seul système de molécules matérielles*, il doit exister deux sortes d'ondes à propagation possible. Les unes donnent des bandes à dispersion anomale (elles peuvent d'ailleurs se réduire à des raies très fines et très noires à dispersion régulière); les autres donnent des raies moins intenses, mais périodiques et plus nombreuses. Elles formeraient une sorte de double réfraction, que l'observation ne me semble pas avoir indiquée. »

## CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'action des hydracides halogénés sur l'aldéhyde formique en présence des alcools.* Note de M. **Louis Henry.**

« Louvain, 17 août 1894.

» Les *Comptes rendus* ont publié récemment (23 juillet 1894, p. 284 de ce volume), une Note de M. C. Fabre intitulée : *Sur la condensation de l'aldéhyde formique avec les alcools de la série grasse en présence de l'acide chlorhydrique*. L'Académie me permettra de faire remarquer que je me suis occupé de ce sujet, il y a plusieurs années, dès que l'aldéhyde formique est devenue un produit commercial.

» En 1891, mon fils, M. Paul Henry, a employé l'oxyde de méthyle monochloré $H^2C{<}^{Cl}_{OCH^3}$, obtenu par cette voie, pour réaliser la synthèse

directe des alcools primaires (*Comptes rendus*, t. CXIII, 1891, p. 368). Il mentionne en ces termes la réaction dont il est question dans la Note de M. C. Favre :

» Ces deux éthers chlorés, l'oxyde de méthyle monochloré $H^2C\begin{cases}Cl\\OCH^3\end{cases}$ et l'oxyde d'éthyle et de méthyle monochloré $H^2C\begin{cases}Cl\\OC^2H^5\end{cases}$ s'obtiennent aisément par la méthode indiquée par mon père, M. Louis Henry, en faisant réagir l'acide chlorhydrique gazeux sur l'aldéhyde méthylique en solution aqueuse de 40 pour 100, en présence des alcools correspondants.

» Cette réaction est des plus nettes. Mon père se propose de publier prochainement un travail sur cet objet, qui se rattache aux études qu'il a entreprises sur les dérivés monocarbonés. »

» Ce travail de mon fils, avec l'indication de la réaction de l'action HCl gazeux sur l'aldéhyde méthylique en présence des alcools, a été résumé dans le tome VII du *Bulletin de la Société chimique de Paris* (1892, t. VII, p. 150). Mon Mémoire sur l'action des hydracides halogénés sur l'aldéhyde formique en présence des alcools est inséré dans les *Bulletins de l'Académie des Sciences de Belgique*, t. XXV, 3e série, p. 439. J'y fais connaître non seulement l'action chlorhydrique, mais aussi celles des acides bromhydrique et iodhydrique. J'y décris, à côté de l'oxyde de méthyle monochloré $H^2C\begin{cases}Cl\\OCH^3\end{cases}$ les dérivés bromés et iodés correspondants (Eb. 87° et 123°-125°).

» J'ajouterai pour terminer que, l'an dernier, mon assistant M. de Sonay s'est occupé, dans mon laboratoire, des dérivés chlorés de l'oxyde de méthyle. Il a pris pour point de départ l'oxyde de méthyle monochloré, préparé par la méthode indiquée précédemment par moi. Son travail est inséré dans les *Bulletins de l'Académie royale des Sciences de Belgique* (t. XXVI, 3e série, p. 629-654, décembre 1893). Le *Bulletin de la Société chimique de Paris* en a donné un Extrait. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'anhydride camphorique sur le benzène en présence du chlorure d'aluminium.* Note de MM. E. **Burcker** et C. **Stabil**, présentée par M. H. Moissan.

« En reprenant l'étude de cette réaction, nous avons pu isoler deux des composés dont l'un de nous avait déjà signalé la formation probable

à côté du produit principal, l'acide phénylcamphorique (*Bulletin de la Société chimique*, 1890, p. 113).

» Le premier de ces corps est l'anhydride de l'acide phénylcamphorique $C^{16}H^{18}O^2$ : il accompagne toujours ce dernier acide lors de sa préparation, et se forme en quantité plus ou moins considérable selon la température à laquelle la réaction se produit; pour les séparer, il faut se baser sur la solubilité plus grande de l'anhydride dans le benzène : on le retire de ce dissolvant sous forme d'un liquide sirupeux, jaunâtre, qu'un séjour de trois mois dans le vide n'amène pas à cristallisation ([1]).

» On peut admettre pour cet anhydride l'une des deux formules de constitution suivantes qui correspondent à une élimination de $H^2O$ dans la molécule de l'acide phénylcamphorique.

```
          CO-C6H5                      CO-C6H5
             |                            |
             C                            C-------+
           / | \                        /   \     |
   H2C   /   |   \  CO         H2C    /       \  CO
         |   |   |                    |       |   |
   H2C   |   |   |  CH2        H2C    |       |  CH2
         \   |   /                    \       /   |
           \ | /                        \   /     |
             C                            CH      |
             |                            |       |
           C3H7                         C3H6------+
            (1)
```

» Le deuxième produit que nous avons isolé se forme surtout lorsque la réaction entre le benzène, l'anhydride camphorique et le chlorure d'aluminium, a été tumultueuse et que les corps sont restés longtemps en contact : c'est une combinaison biphénylique qui répond à la formule $C^{22}H^{24}O^2$ : elle est plus soluble dans le benzène que l'acide phénylcamphorique et se sépare du dissolvant sous forme de masses cristallines de couleur jaune rougeâtre.

---

([1]) Ce corps donne à l'analyse les chiffres suivants :

| | I. | II. | Calculé pour $C^{16}H^{18}O^2$. |
|---|---|---|---|
| C.............. | 79,27 | 79,35 | 79,26 |
| H.............. | 8,03 | » | 7,44 |
| O (par différence). | 12,70 | » | 13,30 |

» L'analyse de ces cristaux a donné les résultats suivants :

| | | Calculé pour $C^{22}H^{24}O^{2}$. |
|---|---|---|
| C.................... | 82,72 | 82,50 |
| H.................... | 7,95 | 7,50 |
| O (par différence)...... | 9,33 | 10,00 |

» La formule de constitution peut être représentée de la manière suivante :

```
          CO-C⁶H⁵
           |
          C-C⁶H⁵
         /    \
   H²C  /      \  CO
        |      |
   H²C  |      |  CH²
        \      /
         \    /
          CH
           |
          C³H⁷
```

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'extraction des acides libres de la cire d'Abeilles.* Note de M. **T. Marie**, présentée par M. H. Moissan.

« Les acides contenus à l'état libre dans la cire d'Abeilles ont été isolés pour la première fois par Brodie (1), qui, les considérant comme une espèce chimique, les désigna sous le nom d'*acide cérotique*. Ce corps fondait à 78° et sa formule était $C^{27}H^{54}O^{2}$. Mais Schalfesew (2), en 1875, montra que l'acide de Brodie était un mélange. Il put en retirer une petite quantité d'un acide fondant à 91°, auquel il attribua la formule $C^{34}H^{68}O^{2}$. L'étude de cette question a été reprise plus récemment par Nafzger (3), qui a confirmé les résultats de ses devanciers, sauf en ce qu'il donne à l'acide dont le poids moléculaire est le plus élevé la formule $C^{30}H^{60}O^{2}$ ou $C^{31}H^{62}O^{2}$, et le point de fusion 90°.

» Les méthodes employées par ces auteurs dans leurs recherches laissent

(1) Brodie, *Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. LXVII, p. 180.
(2) Schalfesew, *Journal des Russ. Gesellsch.*, t. II, p. 113.
(3) Nafzger, *Liebig's Annalen der Chemie*, t. CCXXIV, p. 225.

encore des doutes sur la pureté des produits obtenus. Dans tous les cas, elles ne se prêtent à la préparation de quantités notables d'acide cérotique pur. Obligé de préparer de grandes quantités de cet acide pour un travail que je poursuis, je me suis efforcé d'atteindre ce double résultat. J'ai d'abord cherché à séparer les acides en les soumettant à des précipitations fractionnées par les différents acétates métalliques, mais sans grand succès. Cette méthode, due à Heintz, excellente pour les acides des graisses, est bien moins avantageuse pour les acides des cires. J'ai employé aussi les cristallisations et dissolutions fractionnées de l'acide libre ou de ses éthers dans l'alcool ordinaire, dans l'alcool méthylique, dans l'éther de pétrole et dans l'éther ordinaire. J'ai pu constater que, si les cristallisations dans l'éther ordinaire constituent un moyen très sensible pour vérifier la pureté des acides gras supérieurs, il est difficile de les appliquer à une séparation. Il n'en est pas de même pour les dissolutions fractionnées dans l'alcool méthylique bouillant; elles permettent d'obtenir de l'acide cérotique pur de tout acide homologue et constituent une méthode de pratique assez rapide, applicable à une grande quantité de matière.

» La méthode de séparation que je viens de signaler ne donne de bons résultats que si elle est appliquée à des mélanges d'acides entièrement exempts de corps appartenant à d'autres séries organiques. Or, la cire d'abeilles, traitée par l'alcool bouillant, abandonne à ce dissolvant non seulement les acides libres, mais aussi des carbures d'hydrogène, dont la présence dans la cible a été signalée par Schwalb (¹), des produits oléiques et colorants, et enfin de la myricine. Ce dernier corps est normalement insoluble dans l'alcool, mais il passe en assez grande quantité dans la dissolution, grâce à la présence des autres principes de la cire. Les produits oléiques et colorants, ainsi que les carbures, sont faciles à séparer; les premiers parce qu'ils sont très solubles dans l'alcool froid, les seconds en épuisant les sels des acides par des dissolvants appropriés. La séparation de la myricine, toujours beaucoup plus pénible, s'effectue cependant assez bien en chauffant le produit brut à 250° avec la chaux potassée. Dans ces conditions, la myricine seule est modifiée. Il se produit d'abord une saponification, puis les alcools, primitivement à l'état d'éthers palmitiques, sont oxydés et transformés en acides correspondants. Pour que la transformation soit complète, il est nécessaire, ainsi que l'a montré M. Buisine (²),

(¹) Schwalb, *Liebig's Annalen*, t. CCXXXV, p. 106.
(²) Buisine, *Travaux et Mémoires des Facultés de Lille*; 1891.

d'ajouter à la chaux potassée la moitié de son poids de potasse caustique. J'ai eu soin de vérifier, par des expériences préliminaires dans le détail desquelles je ne puis rentrer ici, que les alcools de la myricine oxydés par la chaux potassée, donnaient des acides identiques aux acides libres.

» A la suite de nombreuses expériences, j'ai adopté finalement la marche suivante pour l'extraction des acides libres de la cire d'Abeilles :

» On épuise la cire par l'alcool bouillant et, après avoir distillé la plus grande partie du dissolvant, on presse le résidu refroidi et cristallisé afin de séparer les produits oléiques et colorants. Le gâteau solide est fondu et lavé à plusieurs reprises à l'eau bouillante, puis décoloré au charbon et filtré au papier; on obtient ainsi une masse à peine teintée de jaune, fondant à 70°, et que l'on chauffe avec la potasse et de la chaux potassée jusqu'à cessation du dégagement d'hydrogène. Après refroidissement, la masse pulvérisée est délayée dans une grande quantité d'eau et portée à l'ébullition. Le liquide fortement alcalin est saturé avec de l'acide chlorhydrique étendu; en présence de sels de calcium solubles existant dans le mélange, les acides sont complètement transformés en sels de calcium insolubles. Ces sels recueillis, lavés et desséchés, sont épuisés par l'alcool bouillant et la benzine, qui dissolvent les matières neutres. Les acides isolés fondent, après cristallisation dans l'alcool qui les débarrasse de la petite quantité d'acide palmitique provenant de la myricine, à 79°-80°.

» Pour séparer les acides mélangés, on les broie très finement avec trente fois leur poids d'alcool méthylique. Le ballon contenant le mélange est placé dans l'eau froide et chauffé avec précaution. Dès que l'ébullition commence, on filtre dans un entonnoir maintenu à 60° par un courant de vapeur d'eau. Le liquide filtré contient surtout de l'acide cérotique qui cristallise par refroidissement. On répète ces traitements en diminuant chaque fois le volume du dissolvant jusqu'à ce que le résidu fonde à deux reprises à 78°. Le produit dissous fond alors à 76°. Une seule cristallisation dans l'alcool éthylique élève ce point de fusion à 77°,5.

» Pour contrôler la pureté de cet acide, j'ai employé particulièrement les moyens suivants :

» 1° Cristallisations fractionnées de l'acide dans l'éther ordinaire. Le point de fusion n'a pas été modifié;

» 2° Précipitations fractionnées par l'acétate de magnésie. Les acides, isolés de sept fractionnements obtenus avec $2^{gr}$ d'acide fondent exactement à la même température;

» 3° Cristallisations fractionnées des éthers méthylique et éthylique dans l'éther ordinaire. Le point de fusion n'a pas été modifié.

» Du résidu non dissous dans l'opération précédente, il est facile d'extraire, par des traitements répétés à l'alcool méthylique, de l'acide mélissique, très peu soluble, identique à celui que Story-Maskelyne et Pieverling ont obtenu en partant de la cire carnauba. Cette identité n'avait pas été indiquée jusqu'ici.

» L'acide cérotique brut contient de 30 à 40 pour 100 d'acides analogues; il a cependant été décrit sous le nom d'*acide cérotique*, comme une

espèce chimique. C'est là un fait important à signaler. Il m'a engagé à reprendre l'étude de l'acide cérotique pur et de ses dérivés. Je poursuis cette étude. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Influence des lésions des tissus sur leur aptitude à fixer des substances dissoutes.* Note de MM. **A. Charrin** et **P. Carnot**, présentée par M. Ch. Bouchard.

« Lorsqu'on introduit, dans un organisme vivant, des substances solubles, tantôt on voit ces substances se distribuer uniformément, se rendre indistinctement dans les divers appareils, tantôt on constate que cette distribution est inégale : tel principe s'accumule de préférence dans le foie, tel autre dans le cerveau. En dehors de l'influence de la porte d'entrée, influence aisée à neutraliser en usant de la voie intra-veineuse générale, ou de la voie digestive, il est permis d'expliquer quelques-uns de ces faits par des affinités chimiques entre les corps injectés et la constitution des parenchymes. Pour les bactéries, les choses se passent de la même façon. Mais, dans ces cas, on comprend plus facilement qu'un microbe donné se fixe, par hypothèse, dans la rate, tandis qu'un second va pulluler dans la moelle des os. Chacun de nos viscères constitue en quelque sorte un milieu de culture spécial; dès lors, il n'est pas surprenant que, suivant la composition de ces milieux, des parasites se localisent dans l'un plutôt que dans l'autre, ces localisations étant gouvernées par la nature des aliments recherchés par l'espèce mise en cause.

» Toutefois, certaines notions demeurent acquises. On admet, en particulier, que des lésions locales préexistantes appellent, pour ainsi dire, les infiniment petits; si, par exemple, le rein droit a été légèrement contusionné ou cautérisé, et qu'on vienne à injecter des bacilles dans la veine de l'oreille, dans la majorité des cas, ces bacilles se retrouveront plus abondamment dans ce rein droit que dans le gauche parfaitement sain [1].

» Ces lésions locales exercent-elles une influence analogue vis-à-vis des substances dissoutes? La question, pour plusieurs raisons, mérite d'être examinée, et, bien entendu, l'expérience seule doit fournir la réponse.

» *Expérience I.* — Un lapin pesant 1940$^{gr}$, dont on a sectionné le sciatique gauche,

---

[1] Nous poursuivons sur ce sujet, avec M. Duclert, d'intéressantes expériences, au laboratoire de M. Bouchard.

reçoit quotidiennement, sous la peau, 1$^{cc}$ d'une solution d'acétate de plomb à $\frac{1}{10}$. — Il succombe le septième jour.

» L'autopsie décèle une péritonite caractérisée par des néo-membranes tapissant à droite le feuillet pariétal, le centre phrénique, l'épiploon; ces néo-membranes sont blanchâtres; elles présentent un aspect brillant, réfringent, métallique; elles contiennent des coli-bacilles.

» On plonge la séreuse abdominale en totalité dans un bain d'eau, acidulée par l'acide chlorhydrique, durant vingt-quatre heures; puis on fait agir un courant d'hydrogène sulfuré.

» On obtient une teinte noire foncée au niveau des parties malades; les régions saines demeurent incolores. — La plaie du sciatique, qui suppure légèrement, offre, après un traitement identique, cette même teinte, tandis que la zone voisine, indemne d'inflammation, ne change pas sensiblement d'aspect.

» *Expérience II.* — Pendant onze jours, on intoxique par la voie gastrique à l'aide de cette solution d'acétate de plomb, un lapin auquel on a inoculé la tuberculose; l'animal reçoit par jour 2$^{cc}$.

» La nécropsie révèle que les granulations bacillaires, d'ailleurs nombreuses, sont inégalement distribuées; elles sont en quelques points très confluentes; dans ces points la plèvre est épaissie.

» On soumet ces pièces à la technique précédente, et on voit la teinte noire se développer autour de ces granulations, révélant çà et là des nodules peu visibles à l'œil nu. — Les fragments privés de tubercules se foncent à peine.

» *Expérience III.* — On réalise cette même intoxication plombique, chez un lapin porteur d'une arthropathie considérable du genou droit, provoquée par l'injection intrasynoviale d'une culture pyocyanique. — L'animal meurt au bout de neuf jours.

» Les tissus articulaires traités par la solution acidulée, puis par l'hydrogène sulfuré, deviennent noirs.

» Sur des parcelles de ces tissus malades, on a contrôlé ces réactions, en précipitant le plomb à l'état de chromate ou en le colorant à l'état d'iodure [1].

» A la rigueur, on aurait pu objecter que cette teinte foncée était due à l'action de l'hydrogène sulfuré qui agit sur certains éléments sanguins en milieu alcalin. Déjà, les précautions prises pour acidifier ces tissus suffisaient pour rejeter cette objection; ces nouvelles réactions la rendent absolument inadmissible.

» La survie beaucoup trop courte des animaux n'a pas permis au plomb de s'accumuler en assez grande quantité pour enregistrer, en dosant, des poids suffisamment différents; nous espérons plus tard obtenir ces différences.

» L'examen histologique des coupes des tissus altérés porte à penser que le plomb arrive dans les régions lésées à l'état soluble et non, comme

---

[1] Nous ne rapportons ici, faute d'espace, que trois des sept expériences, toutes analogues au point de vue des résultats, que nous avons poursuivies au laboratoire du professeur Bouchard.

le feraient supposer des faits connus, sous forme de granulations transportées par les cellules mobiles. Du reste, un amas de leucocytes, constaté au voisinage de l'articulation enflammée, ne s'est pas sensiblement coloré sous l'influence des réactions mises en jeu.

» Il serait aisé de risquer des hypothèses pour savoir pourquoi ces corps se fixent de préférence dans les zones détériorées; bornons-nous, pour le moment, à remarquer que, dans ces zones, l'œdème tend à indiquer et le développement et la lenteur de la circulation de la lymphe, sans parler des néoformations vasculaires qui accompagnent les processus inflammatoires.

» Cette circulation lymphatique se fait dans des espaces lacunaires; l'absence de vaisseaux d'un volume appréciable, chez les animaux le plus souvent utilisés dans les laboratoires, rend difficile la mesure de l'écoulement de ce liquide. Nous avons tenté de tourner la difficulté, sur les conseils de M. Bouchard.

» Nous avons pratiqué, en respectant la veine fémorale, une égale constriction à la racine des membres inférieurs d'un lapin porteur d'une arthropathie infectieuse du genou droit et intoxiqué par l'acétate de plomb. — Un œdème s'est produit des deux côtés, dans des proportions minimes à la vérité, malgré la section des nerfs.

» Après un temps identique, nous avons recueilli la sérosité épanchée par des pressions répétées sur les tissus incisés; le côté malade a fourni $1^{cc}, \frac{2}{3}$ de plus que le côté sain. — En tenant compte de l'état de l'articulation, nous avons trouvé que le membre droit pesait seulement $1^{gr},10$ de plus que le gauche; à vrai dire, ses muscles étaient, en partie, atrophiés.

» Quoi qu'il en soit, les lésions locales préalables paraissent capables, suivant nos expériences, d'influencer la répartition des substances toxiques introduites dans l'organisme, du moins dans les conditions indiquées.

» Cette donnée constitue plus qu'une curiosité. — Elle fait entrevoir le rôle des altérations traumatiques ou autres dans la genèse des accès de certaines maladies dites de nutrition, en aidant à comprendre comment, par exemple, un choc sur une articulation va provoquer en ce point le dépôt des urates, ou, du moins, va faire partie des causes multiples, dont la mise en jeu aboutit à ce dépôt. — Cette donnée explique pourquoi, au cours d'un empoisonnement général, les tissus antérieurement en souffrance, les lieux de faible résistance seront les plus touchés. — Elle permet de saisir, par une sorte d'analogie, l'action de la tuberculine ou de la malléine au niveau des granulations dues au bacille de Koch ou à celui de la morve. — Elle autorise à prévoir la fixation, l'accumulation des sels

de bismuth sur les ulcérations de l'intestin atteint d'entérite, etc. Cette donnée, en définitive, soulève quelques coins des voiles qui recouvrent les mécanismes d'une série de processus, soit en Pathologie toxique, soit en Thérapeutique, soit, en somme, en matière de distribution d'une foule de principes solubles agissant à titre d'agents physiologiques, à titre de poisons ou de médicaments. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur les propriétés antitoxiques du sang de Salamandre terrestre* (Salamandra maculosa) *vis-à-vis du curare*. Note de MM. C. **Phisalix** et **Ch. Contejean**, transmise par M. A. Chauveau.

« Dans un travail antérieur [1], nous avons constaté que les Salamandres résistent d'une façon remarquable à l'action de certains poisons, particulièrement à celle du curare. C'est ainsi qu'une Salamandre pesant $28^{gr}$ n'a été complètement curarisée qu'après avoir reçu $43^{mgr}$ de curare, dose capable d'empoisonner plus de 80 Grenouilles! Cette immunité existe déjà, mais à un degré moindre, chez la larve de Salamandre, qui résiste beaucoup mieux au curare que le têtard de Grenouille.

» C'est pour étudier le mécanisme de cette immunité que nous avons entrepris ces nouvelles recherches. Nous nous sommes demandé d'abord s'il n'y aurait pas, comme pour le venin, une relation entre cette immunité et la présence de glandes venimeuses, d'autant plus que, chez le Crapaud, la résistance au curare est beaucoup plus grande que chez la Grenouille. Dans ce cas, l'immunité de la Salamandre pour le curare serait due à la présence, dans le sang, d'une substance qui aurait pour résultat d'empêcher ou de neutraliser les effets de ce poison.

» Pour vérifier cette hypothèse, nous avons cherché si l'inoculation de sang de Salamandre pourrait annihiler, chez la Grenouille, l'action si énergique du curare sur cet animal. C'est ce qui ressort, en effet, des expériences suivantes :

» 1° *Le mélange de sang de Salamandre et de curare, en proportions convenables, n'agit pas sur la Grenouille.*

» *Expérience.* — Le 11 juin, à $6^h$ du soir, on fait les mélanges suivants [2] :

» 1° 20 parties de sang de Salamandre défibriné : $1\frac{1}{2}$ partie de solution de curare à 1 pour 1000.

---

(1) *Nouvelles recherches sur les glandes à venin de la Salamandre terrestre* (*Mémoires de la Société de Biologie*, 14 mars 1891).

(2) Ces mélanges ont été faits avec une seringue contenant $1^{cc},3$ et dont la tige du

» 2° Mélange identique.

» 3° 20 parties d'eau salée physiologique : 1 partie de curare à 1 pour 1000.

Le lendemain, 12 juin, à 9h, ces mélanges sont injectés dans le péritoine à trois Grenouilles. Or, tandis que la Grenouille témoin n° 3 est complètement curarisée au bout de dix minutes, les deux autres, nos 1 et 2, n'ont manifesté aucun symptôme de curarisation.

» Si l'on augmente progressivement la quantité de curare mélangée au sang, on arrive à injecter quatre fois la dose mortelle minima, c'est-à-dire 0mg,26 de curare mélangés à 1cc,3 de sang de Salamandre, dans la cavité péritonéale d'une Grenouille sans qu'elle paraisse éprouver de malaise. Inversement, on peut diminuer la quantité de sang pour une même dose de curare; dans ce cas, 0cc,4 de sang suffisent à neutraliser la dose mortelle minima, c'est-à-dire 0mg,065 de curare.

» Ces chiffres ne sont pas absolus; ils varient un peu suivant les conditions diverses de l'inoculation.

» Parmi ces conditions, il en est une qui est moins favorable à la manifestation du pouvoir antitoxique du sang de Salamandre, c'est l'inoculation du mélange, non plus dans le péritoine, mais dans le sac lymphatique dorsal; elle détermine souvent une curarisation incomplète. Or, dans ce cas, il se forme un coagulum qui distend le sac lymphatique et qui modifie probablement les conditions respectives d'absorption de la substance antitoxique et du curare. Cela prouve toutefois que le sang n'a pas agi comme antidote en détruisant le curare *in vitro*, par action chimique.

» 2° *Le sang de Salamandre provoque une réaction physiologique antagoniste du curare.*

» Pour le démontrer d'une manière plus évidente, nous avons inoculé d'abord le sang de Salamandre à plusieurs Grenouilles, puis, vingt-quatre heures après, la solution de curare. Dans ces conditions, le pouvoir antitoxique du sang de Salamandre s'est manifesté d'une manière plus énergique que s'il avait été préalablement mélangé au curare.

» *Expérience.* — Le 11 juillet, on inocule du sang défibriné de Salamandre à cinq Grenouilles partagées en deux lots. Trois Grenouilles, formant le premier lot, reçoivent chacune *dans le péritoine* 1cc,3 de ce sang. Le deuxième lot, deux Grenouilles, reçoit la même dose de sang dans le *sac lymphatique dorsal*. Le lendemain, à la même heure, on fait l'inoculation d'épreuve avec des doses variables de curare.

» PREMIER LOT : *Grenouille n° 1*, 0mg,13 de curare dans le péritoine (*deux fois la dose mortelle*). — Aucun symptôme. Le 18 juillet, sert à une autre expérience.

---

piston est divisée en 20 parties égales. Une seule division de solution de curare à 1 pour 1000, c'est-à-dire 0mg,065, a suffi constamment pour curariser à fond une Grenouille quelconque.

» Une Grenouille témoin a été curarisée complètement en moins de quinze minutes.

» *Grenouille n° 2*, $0^{mg}$,26 de curare dans le péritoine (*quatre fois la dose mortelle*). — N'a éprouvé aucun malaise. Est encore bien portante le 20 juillet.

» *Grenouille n° 3*, $0^{mg}$,39 de curare dans le péritoine (*six fois la dose mortelle*). — Aucun symptôme. Le 16 juillet, sert à une autre expérience.

» Jamais, par le mélange direct avec la même quantité de sang, nous n'avons pu faire supporter une dose de curare aussi forte que dans cette dernière expérience.

» Il est donc vraisemblable d'admettre que cette augmentation de résistance tient à ce que l'organisme de la Grenouille inoculée préventivement a eu le temps d'accomplir une réaction antagoniste plus intense.

» Pour répondre à l'objection que le sang resté dans le péritoine pourrait encore modifier, après vingt-quatre heures, l'activité ou l'absorption du curare, nous avons, sur le deuxième lot de Grenouilles qui avaient reçu le sang dans *le sac lymphatique dorsal*, inoculé le curare dans le *péritoine*.

» DEUXIÈME LOT : *Grenouille n° 1*, $0^{mg}$,26 de curare dans le péritoine (*quatre fois la dose mortelle*). — Aucun symptôme. Le 16 juillet, très vigoureuse, sert à une autre expérience.

» *Grenouille n° 2*, $0^{mg}$,39 de curare dans le péritoine (*six fois la dose mortelle*). — La curarisation est retardée, elle n'a lieu complètement qu'au bout d'une heure. (*Le sac lymphatique était distendu par un coagulum.*)

» D'après ces expériences, il est évident que le sang de Salamandre terrestre provoque, dans l'organisme de la Grenouille, une réaction physiologique d'où résulte une forte immunité pour le curare. Pour nous assurer que cette propriété est particulière au sang de Salamandre, nous avons répété les expériences précédentes avec du sang de Chien et du sang de Grenouille ; elles ont constamment échoué.

» En résumé, le sang de Salamandre terrestre renferme une substance antitoxique vis-à-vis du curare, substance dont l'action protectrice s'exerce non seulement sur l'animal qui la sécrète, mais encore sur la Grenouille qui est le véritable réactif physiologique du curare [1]. »

---

(1) Travail du Laboratoire de M. Chauveau, au Muséum.

ZOOLOGIE. — *Sur le bourgeonnement des Diplosomidæ et des Didemnidæ.* Note de M. Maurice Caullery.

« Dans l'ensemble du groupe des Tuniciers, les processus blastogénétiques ont pu être ramenés à une certaine unité, grâce surtout à la considération des *tubes épicardiques*. Le rôle de ces tubes dans le bourgeonnement des *Diplosomidæ* et des *Didemnidæ* n'a cependant pas encore été mis en évidence. Le bourgeonnement de ces ascidies a été étudié surtout par Ganin, Giard, Della Valle, Jourdain. Il résulte de toutes ces observations, qu'un individu produit deux espèces de bourgeons : les uns donnant la partie thoracique des ascidiozoïdes, les autres la partie abdominale. J'ai eu l'occasion d'étudier ce processus, d'y préciser le rôle des tubes épicardiques qui avait échappé jusqu'ici; enfin, de compléter et de rectifier les données des auteurs sur l'origine et l'apparition des divers organes.

» Mes observations ont porté surtout sur le *Diplosoma gelatinosum* Edw. Les tubes épicardiques persistent chez l'adulte, contrairement à l'opinion de Lahille, mais se séparent de la chambre branchiale, et leur extrémité supérieure arrive à peu près au niveau de l'estomac. Ils forment deux tubes *séparés* (droit et gauche), à l'extrémité inférieure desquels vient s'appuyer le cœur. Ils sont comprimés latéralement, et présentent un épithélium cubique en voie de prolifération continue, sauf sur leur bord tourné vers l'intérieur de l'anse intestinale, où leur paroi reste mince. Ce sont eux qui jouent le rôle principal dans le bourgeonnement.

» 1° *Bourgeon thoracique.* — On voit, sur une portion de leur trajet, les deux tubes épicardiques s'élargir, le long de leur bord externe (tourné vers l'ectoderme); leur paroi acquiert plusieurs couches de cellules. Ils soulèvent l'ectoderme qui s'est également épaissi en cette région. Ils ne tardent pas à se souder, à leur bord externe, par leurs faces en regard. Leurs faces opposées présentent en même temps, chacune une évagination. L'ensemble des parties de tubes épicardiques ainsi modifié, et ayant repoussé devant lui l'ectoderme, est un bourgeon qui produira la partie d'individu généralement appelée *thorax*. La cavité résultant de la soudure des deux tubes est la cavité branchiale. Elle reste longtemps en communication avec l'organe épicardique du parent, par les parties pédonculaires non soudées des tubes qui l'ont formée; ces pédoncules constituent une partie des tubes épicardiques du bourgeon. L'endostyle apparaît comme un sillon sur la face externe de la cavité branchiale. Les deux évaginations latérales, signa-

lées plus haut, sont les rudiments de la cavité péribranchiale. Celle-ci s'achève comme dans le cas des bourgeons d'autres ascidies composées. Il en est de même des orifices branchial et cloacal, du système nerveux; celui-ci se forme par un épaississement de la paroi dorsale du tube hypophysaire, dont le développement se fait suivant le mode indiqué par Pizon ([1]). Quand ces divers organes se sont formés, il se produit, aux dépens de la partie du tube épicardique droit du bourgeon qui est en contact avec la chambre branchiale, un diverticule qui s'individualise progressivement et se dirige vers l'œsophage du parent auquel il se soude et où il s'ouvre. C'est l'œsophage du bourgeon. Dès le début de ces phénomènes, un diverticule est né sur le rectum du *parent*, se dirigeant vers la cavité péribranchiale du bourgeon et s'y ouvrant ensuite, dorsalement et légèrement à gauche. C'est le rectum du bourgeon. Peu à peu, les tubes épicardiques du bourgeon se séparent de la cavité branchiale et régressent dans la portion pédonculaire où se trouvent actuellement l'œsophage et le rectum. Ainsi s'est constituée la région thoracique d'un nouvel individu; elle s'est mise en rapport avec l'anse intestinale du parent. Les tubes épicardiques contribuent à cette formation de la même façon que dans les autres groupes de Synascidies.

» 2° *Bourgeon abdominal.* — Sur les tubes épicardiques du parent, au voisinage de la région précédente, apparaît une seconde zone de prolifération qui refoule l'ectoderme devant elle; en même temps, tout près de là, sur l'œsophage du parent, est né un diverticule qui s'accroît et, conformément à la description de Della Valle, devient bientôt une anse intestinale nouvelle (estomac, glande intestinale, etc.) qui, généralement, va, par son extrémité d'abord aveugle, se souder au rectum du parent et y déboucher. La portion des deux tubes épicardiques qui, avec cette anse intestinale, forme le bourgeon abdominal (et qui, d'ailleurs, communique toujours avec la partie qui a donné le bourgeon thoracique) s'y développe en deux tubes cylindriques; leurs extrémités se soudent, constituant ainsi un arc terminal. Il ne tarde pas à se produire sur chaque tube un étranglement au voisinage de l'extrémité, isolant ainsi la partie commune terminale qui devient le cœur du bourgeon. Les glandes génitales apparaissent dans ce bourgeon, où elles dérivent d'une agglomération de cellules du mésenchyme. Ainsi se sont constituées les parties dont l'ensemble forme l'ab-

---

([1]) Pizon, *Développement de l'organe vibratile chez les Ascidies composées* (*Comptes rendus*, t. CXIV, p. 237).

domen d'un individu. Là encore, les tubes épicardiques du parent ont donné naissance au cœur du bourgeon par le processus général dans le groupe des synascidies.

» Ces deux bourgeons, en général, se soudent l'un à l'autre et s'isolent du parent pour former un individu nouveau. Leur ensemble a une unité morphologique résultant surtout de la façon dont l'organe épicardique du parent est intervenu dans leur formation. Cependant, ils peuvent ne pas se produire d'une façon rigoureusement contemporaine, et ainsi on voit dans un cormus de nombreux individus ayant deux thorax ou deux abdomens. Sur le système épicardique d'un individu se forment fréquemment plusieurs bourgeons simultanés. Je n'insiste pas sur ces phénomènes, bien décrits par Della Valle (¹).

» Remarquons que, dans cette disjonction originelle des parties qui constitueront ultérieurement un individu, le tube digestif se forme aux dépens de trois ébauches indépendantes : l'œsophage, qui provient du tube épicardique droit du bourgeon thoracique; l'anse intestinale à partir de l'estomac, qui est fournie par un diverticule de l'œsophage du parent, et le rectum qui dérive du rectum du parent.

» Salensky (²) qui a, dans ces derniers temps, étudié le développement de l'œuf des *Diplosomidæ,* a constaté un processus analogue pour les deux individus qui constituent la larve issue d'un œuf. Là encore, le tube digestif se forme de trois ébauches primitivement indépendantes. La formation des deux individus aux dépens de l'œuf ne se ramène pas, au moins immédiatement, à une blastogénèse de l'un des individus sur l'autre, et Salensky l'interprète comme une division de l'oozoïte. Quoi qu'il en soit, au moment de l'éclosion, ils sont complètement formés l'un et l'autre et présentent, dans la position habituelle, leurs deux tubes épicardiques; mais la formation de nouveaux bourgeons, aux dépens de ces tubes, ne s'y annonce pas encore.

» Les *Didemnidæ* (*Didemnum, Leptoclinum*) présentent des processus blastogénétiques absolument parallèles aux précédents, en particulier en ce qui concerne la position et le rôle des tubes épicardiques (³). »

---

(¹) Della Valle, *Nuove Contrib.,* etc. (*Atti d. R. Acc. Lincei,* 3ᵉ série, t. X; 1881).

(²) Salensky, *Ueber die Entstehung der Metagenesis bei den Tunicaten* (*Biol. Centralb.*, t. XIII; 1893).

(³) Travail des laboratoires zoologiques de Wimereux (Pas-de-Calais) et de l'École Normale supérieure.

BOTANIQUE. — *Recherches sur la respiration et l'assimilation des Muscinées.* Note de M. **B. Jönsson**, présentée par M. Duchartre.

« MM. G. Bonnier et Mangin ont établi les lois essentielles de la respiration des Champignons ([1]). Ces auteurs ont étendu leurs recherches aux plantes supérieures et ont, en outre, étudié l'assimilation chlorophyllienne. Un travail récent a eu pour objet cette même fonction chez les Mousses ([2]); mais ce travail n'a guère porté que sur une espèce et a eu surtout pour objet de comparer l'assimilation et la respiration aux deux états de la plante, que l'auteur a appelés *état de sommeil* et *état de veille*. Toute la biologie des Muscinées conduit à croire que l'étude d'espèces plus nombreuses et très variées, comme port, aspect, habitat, etc., devait fournir des résultats intéressants. Cette supposition se trouve vérifiée par les résultats obtenus.

» Trente-cinq espèces ou formes ont été étudiées; nous les avons choisies parmi les représentants de groupes très différents : Mousses proprement dites, Sphaignes, Hépatiques à feuilles ou à thalle. Les expériences ont duré le plus souvent trente-six heures environ, pendant lesquelles des prises de gaz étaient faites de temps en temps pour s'assurer que les phénomènes de respiration et d'assimilation se passaient normalement.

» Chez toutes les espèces étudiées, on trouve, pour le rapport de l'acide carbonique émis à l'oxygène dégagé dans la respiration, des valeurs analogues à celles que fournissent les autres plantes.

» Si pour une même espèce on choisit avec soin des individus aussi semblables que possible, on s'assure aisément que, dans des conditions identiques, les quantités d'acide carbonique dégagé dans un même temps, rapportées à $1^{gr}$ du poids sec, sont sensiblement égales.

» Ainsi trois expériences simultanées faites avec le *Sphagnum cuspidatum* (individus ayant vécu dans un endroit sec) ont fourni, en dix heures, par gramme de poids sec, les volumes d'acide carbonique suivants :

$$4^{cc},360 \qquad 4^{cc},900 \qquad 4^{cc},400$$

» Il en est de même pour l'oxygène dégagé dans l'assimilation. Nous avons trouvé,

---

([1]) G. Bonnier et Mangin, *Recherches sur la respiration et la transpiration des Champignons* (*Ann. des Sciences nat. Bot.*; 1884).

([2]) E. Bastit, *Recherches anatomiques et physiologiques sur la tige et la feuille des Mousses* (*Revue générale de Botanique*, t. III, p. 255).

par exemple, les volumes suivants :

$9^{cc},690$ $9^{cc},960$ $9^{cc},830$

» Si maintenant nous comparons des espèces qui diffèrent beaucoup au point de vue de la structure anatomique, ou bien, pour une espèce, des individus qui se sont développés dans des conditions diverses, nous obtenons des résultats très différents.

» Exemple : Volumes d'acide carbonique dégagés en dix heures et rapportés à $1^{gr}$ de poids sec.

| | cc |
|---|---|
| *Sphagnum cuspidatum* (forme aquatique)...... | 13,667 |
| *Fontinalis antipyretica* ...................... | 10,487 |
| *Hypnum cupressiforme*...................... | 7,432 |
| *Fissidens taxifolius*.......................... | 3,000 |

» Les Muscinées sont très sensibles à l'action des facteurs extérieurs, surtout à l'influence de l'humidité. Elles sont susceptibles d'absorber rapidement beaucoup d'eau et, d'autre part, présentent une très grande résistance à la dessiccation. L'augmentation et la diminution de la proportion d'eau sont en relation étroite avec les volumes de gaz dégagés ou absorbés par les Mousses.

» En faisant absorber par une Mousse des quantités d'eau croissantes, on obtient des volumes de gaz qui vont eux-mêmes en croissant, comme l'indique le Tableau suivant relatif au *Mnium undulatum*.

| Durée de l'immersion dans l'eau avant l'expérience. | Proportion d'eau obtenue pour 100. | Volume de l'acide carbonique dégagé. |
|---|---|---|
| | | cc |
| Une minute.................................... | 40 | 0,750 |
| Une demi-heure............................ | 59 | 1,350 |
| Deux heures.................................. | 65 | 3,900 |
| État naturel dans un lieu ombragé et humide... | 84 | 9,680 |

» Bien d'autres espèces : *Leskea viticulosa, Hypnum Rutabulum,* etc., ont fourni des résultats analogues.

» L'influence de l'habitat sur les Muscinées est aussi très grande. Des *Sphagnum cuspidatum*, par exemple, dégagent environ deux fois plus d'acide carbonique, s'ils ont poussé dans un lieu très humide ou dans l'eau, que s'ils se sont développés dans un endroit sec.

» *Exemple :*

| | Forme humide ou aquatique. | Forme sèche. |
|---|---|---|
| Acide carbonique dégagé en dix heures par $1^{gr}$ de poids sec. | $13^{cc},733$ | $7^{cc},320$ |
| Oxygène absorbé.................................... | $14^{cc},600$ | $7^{cc},320$ |

» La relation est la même pour l'assimilation.

| | Forme humide ou aquatique. | Forme sèche. |
|---|---|---|
| Acide carbonique absorbé | 13cc,689 | 4cc,944 |
| Oxygène dégagé | 13cc,722 | 4cc,480 |

» Sous l'influence de certaines conditions extérieures, diverses Mousses (*Frullania, Hypnum*, etc.) acquièrent une couleur brune ou brun rouge. Ce fait est dû à la coloration des membranes; mais en outre, dans ce cas, le contenu protoplasmique est lui-même modifié. Ces modifications diminuent considérablement les dégagements gazeux.....

» Ainsi le *Frullania Tamarisci* nous a fourni les résultats suivants pour l'assimilation :

| | Acide carbonique absorbé. | Oxygène dégagé. |
|---|---|---|
| Échantillons verts | 4cc,895 | 5cc,316 |
| Échantillons d'un brun rouge | 3cc,186 | 3cc,694 |

» Résultats analogues pour la respiration :

| | Acide carbonique dégagé. | Oxygène absorbé. |
|---|---|---|
| Échantillons verts | 4cc,699 | 5cc,456 |
| Échantillons d'un brun rouge | 3cc,242 | 3cc,452 |

» Le développement de cette coloration est intimement lié à l'action de la lumière. Si l'on met au soleil des échantillons développés à l'ombre et entièrement verts de *Frullania dilatata* ou de *Ceratodon purpureus*, ils deviennent rouges, et inversement.

» *En résumé.* — On trouve chez les Muscinées de très grandes différences dans l'intensité de la respiration et de l'assimilation chlorophyllienne.

» Les diverses espèces dégagent, par exemple à l'obscurité, dans le même temps, par gramme de poids sec, des quantités d'acide carbonique très différentes.

» Le contenu des Muscinées en eau est une cause importante de variations : plus la proportion d'eau est considérable, plus les échanges gazeux sont intenses.

» Les échantillons d'une même espèce, choisis dans un lieu très humide, émettent plus de gaz que des échantillons de la même espèce cueillis dans un terrain sec.

» La coloration rougeâtre de beaucoup de Mousses, très accentuée

surtout quand les plantes se sont développées à la lumière, a pour effet de ralentir beaucoup l'intensité de la respiration et de l'assimilation [1]. »

BOTANIQUE. — *Sur les périthèces du* Rot blanc *de la Vigne* (Charrinia Diplodiella). Note de MM. **P. Viala** et **L. Ravaz**, présentée par M. Duchartre.

« Le Champignon cause du *Rot blanc* de la Vigne, dont nous avons fait connaître la biologie générale en 1885, n'était connu que dans une de ses formes de reproduction, celle par pycnides (*Coniothyrium Diplodiella*). Nous avons cherché, depuis 1885, à obtenir les fruits ou périthèces et, après beaucoup de tentatives infructueuses, nous sommes parvenus à ce résultat en 1893.

» Si l'on prend des rafles, des pédoncules, des rameaux, par conséquent des organes durs, fortement envahis par le Rot blanc, et si on les maintient dans une atmosphère confinée, en les plantant par une de leurs extrémités dans du sable stérilisé humide que l'on dessèche graduellement et lentement et que l'on soumet à un abaissement lent et successif de température, on obtient la formation des périthèces. Nous n'avons jamais pu obtenir de périthèces sur les raisins, dans les mêmes conditions de culture expérimentale; les pycnides seules continuent à se former; les organes se réduisent en poussière et les stylospores se disséminent dans le sol où elles conservent leur faculté germinative jusqu'à l'été suivant; c'est le mode le plus commun de perpétuation du parasite d'une année à l'autre. Le substratum, dans lequel le mycélium persiste vivant, a donc une importance essentielle pour la formation des périthèces; l'influence du milieu est aussi primordiale, car sur les organes durs (rafles, pédoncules...), maintenus dans un milieu constamment humide et à température fixe, les périthèces ne se produisent pas.

» Les périthèces du Rot blanc sont sphériques (140 à 160 $\mu$ de diamètre); leur enveloppe pluricellulaire est d'un noir très foncé, verruqueuse sur la partie émergée, à ouverture ostiolaire large et en forme de cratère. Les asques et les paraphyses sont insérées seulement sur la base du périthèce, comme dans le cas des pycnides. Les paraphyses sont filiformes, de dimensions régulières, d'un blanc nacré, rarement avec une ramification à leur tiers supérieur; elles sont un tiers plus longues que les asques et forment pinceau. Les asques (longueur : 56 $\mu$; diamètre : $8^{\mu},50$), à membrane mince et nacrée, sont en massue et portées par un pied mince, ayant un sixième de leur hauteur; elles sont peu nombreuses et noyées dans les paraphyses.

» Les sporidies (15 $\mu$ sur $3^{\mu},75$), au nombre de huit dans chaque asque, sont en forme de fuseau, à parois légèrement flexueuses, incolores et hyalines, ou avec une

---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, dirigé par M. Gaston Bonnier.

très légère teinte citron clair quand elles sont mûres. Le fuseau que forment les sporidies est fortement comprimé au centre, au niveau duquel est une cloison aussi épaisse que leur paroi. Les sporidies présentent, au point de vue du nombre des cloisons, des variations que l'on retrouve dans les mêmes asques. Elles sont doubles et possèdent alors deux grosses vacuoles inégales dans chacune des parties; mais elles sont très souvent formées de quatre parties, séparées par trois cloisons; la cloison centrale est toujours plus épaisse que les autres et les parois de la spore sont comprimées au niveau de ces cloisons. La germination des sporidies a lieu par un ou plusieurs tubes mycéliens.

» Les caractères fixes de variation du cloisonnement des sporidies, ceux si particuliers des paraphyses et du contenu des périthèces, nous autorisent à créer, ainsi que nous le discuterons dans un travail complet sur cette question (in *Revue de Viticulture*), un genre nouveau dans le groupe des *Sphæriaceæ-Hyalodidimæ*, sous le nom de *Charrinia* (en l'honneur du Dr Charrin). Le nom spécifique du Rot blanc est par suite, d'après le caractère des périthèces, *Charrinia Diplodiella*. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la constitution chimique de l'atmosphère.* Note de M. **T.-L. Phipson.**

« Je demande à l'Académie la permission d'ajouter quelques mots à ma Note *Sur l'origine de l'oxygène atmosphérique* (¹). Mes expériences sur la végétation dans ce que j'ai appelé une *atmosphère primitive*, consistant en azote, acide carbonique et vapeur d'eau, m'ont montré que les plantes actuelles sont essentiellement *anaérobies*, qu'elles peuvent végéter parfaitement dans une pareille atmosphère. L'analyse du milieu gazeux, après plus de trois mois de végétation du *Convolvulus arvensis*, a montré qu'il était plus riche en oxygène que ne l'est notre atmosphère actuelle (²).

» Dans les temps géologiques, dès l'apparition des plantes inférieures, l'oxygène libre a commencé à faire partie de l'atmosphère terrestre, et l'on conçoit que, peu à peu, les cellules anaérobies ont dû se modifier graduellement à mesure que la quantité d'oxygène libre a augmenté et que la chaleur a diminué, jusqu'à ce que la *cellule aérobie*, ou, en d'autres termes, la vie animale, ait pu paraître et se développer.

» L'oxygène a continué à augmenter, depuis ces époques éloignées,

---

(¹) *Comptes rendus*, séance du 7 août 1893.
(²) Voir *Chemical News*, 1er décembre 1893.

tandis que l'acide carbonique de l'air a diminué, laissant comme témoins de son abondance primitive les énormes dépôts de charbon, de lignite, etc., que nous trouvons dans les couches stratifiées. La Paléontologie nous montre que, à mesure que la quantité d'oxygène augmentait dans l'atmosphère terrestre, les animaux devenaient de plus en plus parfaits, pour aboutir au maximum de développement du système nerveux cérébro-spinal, la plus haute caractéristique de l'animalité.

» C'étaient les plantes les plus inférieures qui, sous l'influence des rayons solaires, versaient l'oxygène dans l'atmosphère terrestre; j'ai vu, dans mes expériences de laboratoire, que ce sont précisément ces plantes inférieures, ces *Protococcus*, ces *Microcystis*, ces *Conferva*, etc., qui, poids pour poids, donnent, dans l'eau chargée d'acide carbonique, la plus grande quantité d'oxygène dans un temps donné.

» L'azote, l'acide carbonique et la vapeur d'eau renferment tous les éléments des êtres organisés, sauf une petite quantité de matières minérales. Des expériences qui m'ont occupé depuis une trentaine d'années m'ont convaincu que l'azote est assimilé par les plantes à l'état d'azotates. La nitrification s'opère partout à la surface de la terre par l'*oxydation lente de l'ammoniaque*. L'ammoniaque est l'origine de l'acide nitrique dans la nature et, comme l'acide carbonique, l'ammoniaque est un produit volcanique.

» A la température ordinaire, l'azote et l'oxygène ne se combinent pas; mais l'ammoniaque est oxydée dans un grand nombre de circonstances, pour donner naissance à de l'acide azotique; jamais je n'ai pu opérer la nitrification sans substances pouvant donner de l'ammoniaque (1).

» Un des faits les plus curieux et les plus intéressants de la Chimie, c'est la facilité avec laquelle deux corps de propriétés aussi opposées que l'ammoniaque et l'acide azotique peuvent se transformer l'un dans l'autre. »

---

(1) Dans une expérience que j'ai faite récemment, de l'ammoniaque liquide diluée est versée dans une solution de permanganate de potasse : au bout de quarante-huit heures, tout le manganèse est précipité à l'état d'hydrate de peroxyde; la solution filtrée, et abandonnée à l'évaporation spontanée, donne un mélange d'azotite et d'azotate de potasse cristallisés. Si l'ammoniaque est en grand excès, c'est l'azotite qui prédomine; si le permanganate est en excès, c'est l'azotate que j'obtiens.

M. **Léopold Hugo** adresse une Note intitulée « Examen arithmétique des nombres relatifs aux distances des planètes au Soleil ».

M. **Ducla** adresse une Note intitulée « Fusibilité des corps simples; représentation de cette fusibilité au moyen d'une courbe ».

La séance est levée à 3 heures trois quarts. J. B.

---

## BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 6 aout 1894.

(*Suite.*)

*Boletin de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona.* Vol. I. N° 11. Julio de 1894. Barcelona, Jaime Jepus, 1894; br. in-4°.

*Kongliga svenska Vetenskaps Academiens Handlingar.* Tjugufemte Bandet. 1892. Förra Häftet. Stockholm, 1892-1893; 1 vol. in-4°.

*Le Opere di Galileo Galilei.* Edizione nazionale sotto gli auspici di Sua Maestà il Re d'Italia. Vol. IV. Firenze, G. Barbera, 1894; 1 vol. in-4°.

*Atti della Reale Accademia dei Lincei. Rendiconti. Classe di Scienze fisiche, matematiche e naturali.* Vol. III, fasc. 2. Roma, 1894; br. in-4°.

*Società Reale di Napoli. Rendiconto delle tornate e dei lavori dell' Accademia di Archeologia, Lettere e Belle Arti.* Janvier et février 1894. Naples, 1894; 2 br. in-8°.

*Società Reale di Napoli. Atti della Reale Accademia di Archeologia, Lettere e Belle Arti.* Vol. XVI. 1881-93. Naples, 1894; 1 vol. in-4°.

*Bollettino mensuale, pubblicato per cura dell' osservatorio centrale del real Collegio Carlo Alberto in Moncalieri.* Luglio 1894. Torino, 1894; br. in-4°.

*The quarterly Journal of the geological Society.* Août 1894. London; 1 vol. in-8°.

*The Canadian Patent Office Record and Register of copyrights and trade marks.* May 31 st., 1894. Ottawa, 1894; br. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 13 AOUT 1894.

*Étude sur les variations du* Spirifer Verneuili, par M. J. GOSSELET, Correspondant de l'Institut (Extrait des *Mémoires de la Société géologique du Nord*, T. IV). Lille, Liégeois-Six, 1894; 1 vol. in-4°.

*L'industrie de la soie en France*, par M. NATALIS RONDOT. Lyon, Mougin-Rusand, 1894; 1 vol. in-8°.

*Commission météorologique de la Gironde. Observations pluviométriques et thermométriques faites dans le département de la Gironde de juin* 1892 *à mai* 1893. Note de M. G. RAYET, président de la Commission météorologique départementale. Bordeaux, G. Gounouilhou, 1893; 1 vol. in-8°.

*Essai sur les origines et l'histoire de la ville de Réalmont (Tarn)*, suivi de biographies locales, par M. LOUIS JULIA. Albi, Corbière et Julien, 1894; 1 vol. in-8°.

*La Guadeloupe. Renseignements sur l'histoire, la flore, la faune, la géologie*, etc., par M. JULES BALLET. Tome Ier, Basse-Terre, 1894; 1 vol. in-8°.

*Coefficient de self-induction de n fils parallèles égaux et équidistants, dont les sections sont réparties sur une circonférence*, par M. CH.-EUG. GUYE (Extrait des *Comptes rendus*, 11 juin 1894); in-4°.

*Sur les phénomènes consécutifs à l'altération du pancréas déterminée expérimentalement par une injection de paraffine dans le canal de Wirsung*, par M. E. HÉDON (Extrait des *Archives de Médecine expérimentale*, janvier 1891); in-4°.

*Observatoire astronomique, chronométrique et météorologique de Besançon, sixième bulletin chronométrique*, publié par M. L.-J. GRUEY, directeur de l'observatoire. Besançon, Millot frères et Cie, 1894; br. in-4°.

*Bulletin et Mémoires de la Société nationale des antiquaires de France.* Tome III. Mémoires, 1892. Paris, Klincksieck, 1893; 1 vol. in-8°.

*Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et documents relatifs à l'art des constructions*, etc., etc. 1894. Juin. Paris, Vve Ch. Dunod et P. Vicq, 1894; 1 vol. in-8°.

*Ministère de la Marine. Revue maritime et coloniale.* Août 1894. Paris, L. Baudoin, 1894; 1 vol. in-8°.

*Bulletin de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale*, publié sous la direction des secrétaires de la Société, MM. COLLIGNON et A. GIRARD. Juillet 1894. Paris, 1894; br. in-4°.

*Bulletin de l'Académie de Médecine.* Séance du 7 août 1894. Paris, G. Masson, 1894; br. in-8°.

*Société de Géographie. Comptes rendus des séances,* nos 10, 11, 12, 13 et 14. Mai-juin 1894. Paris, 1894; 4 br. in-8°.

*Bulletin de la Société géologique de France,* tome XXII, 1894, n° 5. Paris, 1894; br. in-8°.

*Journal des économistes. Revue mensuelle de la Science économique et de la Statistique.* 15 juillet 1894. Paris, Guillaumin et Cie, 1894; 1 vol. in-8°.

*Bulletin de la Société botanique de France.* Séances d'avril 1894. Paris, 1894; br. in-8°.

*Bulletin des séances et bulletin bibliographique de la Société entomologique de France.* N° 14. Paris, 1894; br. in-8°.

*Archives diplomatiques, recueil mensuel international de diplomatie et d'histoire.* Nos 4-5. Avril-mai 1894. Paris, F.-I. Féchoz, éditeur, 1894; 1 vol. in-8°.

*Mémoires de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux,* t. III, 2e cahier, t. IV, 1er et 2e cahiers. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1893 et 1894; 3 vol. in-8°.

---

## *ERRATA.*

(Séance du 6 août 1894.)

Note de MM. *G. Sayn* et *P. Lory,* Sur l'existence de lentilles récifales à Ammonites dans le Barrémien, aux environs de Châtillon-en-Diois :

Page 382, ligne 5, *au lieu de Pulchellia* cf. *Sauvageani, lisez Pulchellia* cf. *Sauvageaui.*

Même page, ligne 6, *au lieu de Holcodiscus Caillaudi* d'Orb. sp., types c., *lisez Holcodiscus Caillaudi* d'Orb. sp. type, c.

Même page, ligne 26, *au lieu de* Au-dessus des *Hoplites, lisez* Au-dessus des marnes à *Hoplites.*

Même page, ligne 33, *au lieu de Holcodiscus* off., *lisez Holcodiscus* aff.

Page 383, ligne 15, *au lieu de* Vèse, *lisez* Vesc.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 AOUT 1894,

PRÉSIDENCE DE M. LŒWY.

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur les variations de grandeur apparente des lignes et des angles, dans la vision directe et dans la vision par des mouvements des yeux et de la tête.* Note de M. **Ch. Henry**.

« On sait que, à la suite d'un agrandissement ou d'une réduction proportionnels, les différentes portions d'une figure ne conservent pas les mêmes rapports apparents, surtout quand l'agrandissement ou la réduction sont considérables. La raison en est que les variations de grandeur apparente des lignes et des angles suivant leur direction ne sont pas les mêmes dans la vision directe et dans la vision par des mouvements des yeux et de la tête. Quelles sont les lois des variations de grandeur apparente des lignes et des angles dans chacun de ces deux cas, pour des yeux normaux, c'est-à-dire pour des yeux non entraînés par des exercices spéciaux à l'appréciation exacte des rapports géométriques? Les résultats suivants sont le résumé de longues statistiques instituées en vue de résoudre ce problème expérimental, très intéressant surtout pour l'art industriel.

» Soit un cercle de rayon $\rho = 1,22$ avec des unités différentes suivant le cas de la vision directe ou le cas de la vision avec des mouvements des yeux ou de la tête : appelons *rayons principaux* les rayons distants de 45°, comptés de droite à gauche à partir de l'horizontale; on constate pour ces rayons principaux les valeurs moyennes apparentes 1,16; 1,18; 1,31; 1,23 dans le premier cas; 1,25; 1,00; 1,56; 1,10 dans le second.

» Si $r$ désigne un rayon quelconque, $r_0$, $r_1$ deux rayons principaux, $\theta$ l'angle compris entre $r_1$ et $r$, estimé en degrés, on a, d'après l'expérience,

$$r = r_1 + (r_0 - r_1)\frac{\theta}{45}; \tag{1}$$

de même, en appelant $\eta$ l'angle compris entre $r_1$ et $\rho$, on a

$$\rho = r_1 + (r_0 - r_1)\frac{\eta}{45}. \tag{2}$$

» Résolue par rapport à $\eta$, l'équation (2) détermine les situations des rayons qui sont appréciés exactement : 58°,84 à droite, 40° à gauche dans le premier cas; 5°,4; 62°,7 à droite; 6°; 58°,6 à gauche dans le second cas, à partir de l'horizontale.

» Une droite quelconque P, dont la situation est connue, a pour longueur apparente R le produit $\frac{Pr}{\rho}$ : or

$$\frac{r}{\rho} = \frac{r_1}{\rho} + \frac{(r_0 - r_1)}{\rho . 45}\theta.$$

» En remplaçant par K et K' les termes constants $\frac{r_1}{\rho}$ et $\frac{(r_0 - r_1)}{\rho . 45}$, on trouve pour K et K', dans les quatre demi-quadrants, les valeurs suivantes :

| Premier cas. | | Second cas. | |
|---|---|---|---|
| K. | K'. | K. | K'. |
| 0,967 | − 0,0364 | 0,82 | + 0,455 |
| 1,07 | − 0,236 | 1,28 | − 1,02 |
| 1,008 | + 0,145 | 0,902 | + 0,838 |
| 0,951 | + 0,127 | 1,02 | − 0,273 |

» Les valeurs apparentes $a$ des angles $\alpha$ sont reliées aux valeurs apparentes des rayons $r$, $r'$, entre lesquels ils sont compris, par la formule

$$a = \alpha \frac{r + r'}{2\rho}.$$

» Cela posé, rien de plus facile que de déterminer les droites vraies $\rho'$ et les angles vrais $\alpha'$ qui ont les valeurs apparentes $\rho$ et $\alpha$ dans chaque cas individuellement et dans le cas d'une modification de l'échelle. »

M. **André le Chatelier** prie l'Académie de renvoyer au concours du prix Plumey ses études sur les propriétés mécaniques et les essais des métaux employés dans la construction navale.

(Renvoi à la Commission du prix Plumey.)

## CORRESPONDANCE.

MÉCANIQUE. — *Sur la transformation des équations canoniques du problème des trois corps*. Note de M. **Paul Vernier**, présentée par M. Poincaré.

« Soient $X_i$, $Y_i$, $Z_i$ les coordonnées orthogonales de l'un des deux points fictifs donnés par la transformation de Jacobi ($Z_i$ est supposée perpendiculaire au plan invariable).

» Considérons un système d'équations canoniques du problème des trois corps,

$$(1)\quad \left\{\begin{aligned} \frac{dX_i}{dt} &= \frac{\partial H}{\partial X'_i}, & \frac{dY_i}{dt} &= \frac{\partial H}{\partial Y'_i}, & \frac{dZ_i}{dt} &= \frac{\partial H}{\partial Z'_i};\\ \frac{dX'_i}{dt} &= -\frac{\partial H}{\partial X_i}, & \frac{dY'_i}{dt} &= -\frac{\partial H}{\partial Y_i}, & \frac{dZ'_i}{dt} &= -\frac{\partial H}{\partial Z_i}, \end{aligned}\right.$$

où $i$ désigne l'un des nombres 1, 2. On connaît quatre intégrales de ce système de douze équations, savoir :

$$H = h \text{ (intégrale des forces vives);}$$

$$\left.\begin{aligned} \Sigma(Y_i Z'_i - Z_i Y'_i) &= 0\\ \Sigma(Z_i X'_i - X_i Z'_i) &= 0\\ \Sigma(X_i Y'_i - Y_i X'_i) &= k \end{aligned}\right\} \text{(intégrales des aires).}$$

» Soient

$$\lambda,\ \mu,\ \nu;\quad \lambda',\ \mu',\ \nu';\quad \lambda'',\ \mu'',\ \nu''$$

les neuf cosinus, variables avec le temps, d'une substitution orthogonale. Soit $\psi$ l'angle que fait l'axe des $x$ (supposé compris dans le plan des XY) avec celui des X et soit $\theta$ l'angle fait par les axes des $z$ et des Z.

» Effectuons, sur le système précédent, la transformation suivante

$$\begin{aligned} X_i &= \lambda x_i + \mu y_i + \nu z_i, & X'_i &= \lambda x'_i + \ldots,\\ Y_i &= \lambda' x_i + \ldots\ldots\ldots, & Y'_i &= \lambda' x'_i + \ldots,\\ Z_i &= \lambda'' x_i + \ldots\ldots\ldots, & Z'_i &= \lambda'' x'_i + \ldots, \end{aligned}$$

» La forme de H ne change pas et les intégrales des aires deviennent

$$(2') \quad \begin{cases} \Sigma_i(y_i z'_i - z_i x'_i) = 0, \qquad \Sigma_i(z_i x'_i - x_i z'_i) = -h\sin\theta, \\ \Sigma_i(x_i y'_i - y_i x'_i) = h\cos\theta. \end{cases}$$

» Posons maintenant

$$p\,dt = \nu\,d\mu + \nu'\,d\mu' + \nu''\,d\mu'',$$
$$q\,dt = \lambda\,d\nu + \ldots\ldots\ldots\ldots,$$
$$r\,dt = \mu\,d\lambda + \ldots\ldots\ldots\ldots,$$
$$K = \Sigma_i[p(y_i z'_i - z_i y'_i) + q(z_i x'_i - x_i z'_i) + r(x_i y'_i - y_i x'_i)];$$

le système (1) des équations canoniques se transforme en le système suivant

$$(1') \quad \begin{cases} \dfrac{dx_i}{dt} = \dfrac{\partial(H-K)}{\partial x'_i}, \qquad \dfrac{dy_i}{dt} = \dfrac{\partial(K-H)}{\partial y'_i}, \qquad \ldots, \\ \dfrac{dx'_i}{dt} = \dfrac{\partial(H-K)}{\partial x_i}, \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots, \quad \ldots. \end{cases}$$

» Considérons maintenant le système d'équations

$$(1'') \quad \frac{dq_j}{dt} = \frac{\partial(H-K)}{dp_j}, \qquad \frac{dp_j}{dt} = \frac{\partial(K-H)}{dq_j} \qquad (j = 1, 2, \ldots, 6).$$

» Ces équations (1″) ne sont autres que les équations (1′) dans lesquelles on fait subir à $x_i, y_i, z_i (i = 1, 2)$ une transformation quelconque en $q_j$, et à $x'_i, y'_i, z'_i$ une transformation définie par

$$x'_i = \Sigma_j p_j \frac{\partial q_j}{\partial x_i}, \qquad y'_i = \Sigma_j p_j \frac{\partial p_j}{\partial y_i}, \qquad \ldots;$$

sous le bénéfice de cette transformation les intégrales (2′) prennent alors la forme suivante

$$(2'') \quad f_1(p_j q_j) = 0, \qquad f_2(p_j q_j) = h\sin\theta, \qquad f_3(p_j q_j) = h\cos\theta.$$

» Comme $\theta$ et $\psi$ sont fonctions du temps, elles peuvent être déterminées par deux relations entre $p_j$, $q_j$ : par exemple, en annulant deux quelconques de ces variables, $q_n$ et $q_{n+m}$. Les intégrales transformées (2″) donnent alors $\theta$, $p_n$ et $p_{n+m}$. Puis, les dérivations effectuées, on peut écrire $p_n$ et $p_{n+m}$ dans les huit équations restantes. D'autre part, les équations

$$0 = \frac{\partial(H-K)}{\partial p_n}, \qquad 0 = \frac{\partial(H-K)}{\partial p_{n+m}}, \qquad z = -q\cot\theta$$

donnent les valeurs de $p$, $q$, $r$ qui figurent dans les dérivées de K, puis-

qu'on a

$$q\,dt = \sin\theta\,d\psi, \qquad r\,dt = -\cos\theta\,d\psi.$$

» Il est aisé de voir que les huit équations, après les transformations indiquées, conservent leur forme canonique. Soit, en effet, $\left(\frac{\partial H}{\partial q_s}\right)$ le résultat de la dérivation de H par rapport à $q_s$ lorsqu'on y remplace d'avance $v_n$ et $p_{n+m}$; il viendra

$$\begin{aligned}\left(\frac{\partial H}{\partial q_s}\right) &= \frac{\partial H}{\partial q_s} + \frac{\partial H}{\partial p_n}\frac{\partial p_n}{\partial q_s} + \frac{\partial H}{\partial p_{n+m}}\frac{\partial p_{n+m}}{\partial q_s}\\ &= \frac{\partial(H-K)}{\partial q_s} + \frac{\partial K}{\partial q_s} + \frac{\partial K}{\partial p_n}\frac{\partial p_n}{\partial q_0} + \frac{\partial K}{\partial p_{n+m}}\frac{\partial p_{n+m}}{\partial q_s}.\end{aligned}$$

Les trois derniers termes représentent la dérivée de K par rapport à $q_1$ lorsqu'on y remplace d'avance $q_n$ et $q_{n+m}$. Or ces valeurs sont déduites de ($2''$). Donc

$$p\frac{\partial(0)}{\partial q_s} - q\frac{\partial(K\sin\theta)}{\partial q_s} + r\frac{\partial(K\cos\theta)}{\partial q_s} = -K(q\cos\theta + r\sin\theta)\frac{\partial\theta}{\partial p_0} = 0;$$

on voit de même que

$$\left(\frac{\partial H}{\partial p_0}\right) = \frac{\partial(H-K}{\partial p_0}, \qquad \ldots;$$

donc la forme canonique est conservée. Les *sept* intégrations effectuées, une simple quadrature donnera $\psi$ (car $r$ et $\theta$ seront fonctions connues du temps) par les formules $\psi = -r\,\text{séc}\,\theta\,dt$.

» En annulant deux variables de toutes les manières possibles, nous formons soixante-six combinaisons; dans les cas particuliers, les combinaisons ne donnant pas par les formules ($2''$) les variables conjuguées aux variables annulées.

» *Remarque I.* — Si, retenant les variables $x_i$, $y_i$, $z_i$, $x'_i$, $y'_i$, $z'_i$, nous faisons $z'_1 = z'_2 = 0$, nous obtenons, après avoir calculé $z_1 z_2 K \sin\theta$,

$$\frac{dx_i}{dt} = \left(\frac{\partial H}{\partial x'_i}\right), \qquad \frac{dy_i}{dt} = \left(\frac{\partial H}{\partial y'_i}\right), \qquad \frac{dx'_i}{dt} = -\left(\frac{\partial H}{\partial x'_i}\right), \qquad \frac{dy'_i}{dt} = -\left(\frac{\partial H}{\partial y'_i}\right).$$

$H = h$ reste l'intégrale de ces huit équations; et, en vertu des relations $z'_1 = z'_2 = 0$, le plan $xy$ reste parallèle aux vitesses des trois corps, rapportées au centre de gravité.

» *Remarque II.* — On obtient les équations de Bour sous une autre forme pour $z_1 = z_2 = 0$. On les retrouverait sous la forme qu'il leur a don-

née par la transformation

$$x_i = r_i \cos\alpha_i \cos\beta_i,$$
$$y_i = r_i \cos\alpha_i \cos\beta_i,$$
$$z_i = r_i \sin\beta_i,$$

et en annulant ensuite soit les $\alpha_i$, soit les $\beta_i$ $(i = 1, 2)$.

» *Remarque III.* — En annulant les conjuguées des $\beta_i$, on retombe sur le système de Jacobi réduit à la forme canonique.

» *Remarque IV.* — Enfin, en posant

$$\beta_1 = \varepsilon_1 + \varepsilon_2,$$
$$\beta_1 = \varepsilon_1 - \varepsilon_2$$

et effectuant ensuite la transformation

$$\varepsilon_1 - \varepsilon_2 = 0,$$

on retrouve le système de M. Brioschi qui, comme on sait, est analogue à celui de Bour. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur la possibilité de remplacer, par un problème determiné, le problème indéterminé que comporte la généralisation du theorème de Pascal.* Note de M. **Paul Serret**.

« 1. On a montré, dans une Note antérieure [1], qu'en désignant par N le nombre des éléments tangentiels qui définissent une enveloppe de classe $n$, chaque groupe de $N-2$ tangentes, ou de $N-3$ plans tangents, donne naissance à un cercle ou une sphère « dérivés », représentés par l'une ou l'autre des équations

(1) $$\Sigma_1^{N-2}\ldots \text{ ou } \Sigma_1^{N-3} l_1 T_1^n = 0,$$

et coupés toujours à angles droits par un cercle ou une sphère fixes, de même centre que l'enveloppe : les « axes ou plans radicaux » de ces cercles ou de ces sphères deux à deux, c'est-à-dire les droites ou les plans « dérivés », définis individuellement par des équations de la forme

(2) $$\Sigma_1^{N-1}\ldots \text{ ou } \Sigma_1^{N-2} l_1 T_1^n = 0$$

passant, à leur tour, par un point fixe qui est le centre de l'enveloppe.

[1] *Comptes rendus*, 18 septembre 1893.

» 2. Il en résulte que si l'on suppose en présence $N+1$ éléments, désignés par les numéros d'ordre $1, 2, \ldots, N, N+1$, et avec lesquels on aura formé les trois groupes distincts

$$(1, 2, \ldots, N-1), \quad (2, 3, \ldots, N), \quad (3, 4, \ldots, N+1);$$

« les droites dérivées, une à une, de chacun de ces groupes, ou les plans dé-
» rivés, un à un, des quatre groupes analogues

$$(1, 2, \ldots, N-2), \quad (2, 3, \ldots, N-1), \quad (3, 4, \ldots, N), \quad (4, 5, \ldots, N+1)$$

» se couperont toujours en un même point » : ce qui n'est point autre chose, d'ailleurs, que l'identité

$$(3) \qquad \Sigma_1^{N+1} l_1 T_1^n \equiv 0,$$

par laquelle s'exprime la dépendance entre $N+1$ éléments d'une enveloppe de classe $n$, interprétée géométriquement.

» A la symétrie près, on voit que cet énoncé, dont les origines newtoniennes sont évidentes, offre le même degré de simplicité que le théorème de Pascal. Et, bien qu'il demeure subordonné, dans ses applications, à l'acquisition préalable des droites ou des plans, des cercles ou des sphères dont il impliquerait l'emploi, il n'y aurait aucune invraisemblance à y voir l'analogue de ce théorème, si, dans tous les cas où l'on aurait pu se mettre en quelque possession, suffisamment aisée, de ces indispensables éléments, l'énoncé actuel se prêtait aussi à tous les mêmes usages. Or, c'est ce qui a lieu en effet, non seulement pour $n=2$, c'est-à-dire pour les courbes et les surfaces du second degré, mais encore, dans leur voisinage immédiat, pour $n=3$, ou, plus précisément, pour les courbes de la troisième classe : c'est ce que nous allons indiquer aussi brièvement que possible.

» 3. Pour $n=2$, le cercle $\Sigma_1^3 l_1 T_1^2 = 0$ dérivé de trois droites est connu *a priori*. Il en est de même de la sphère $\Sigma_1^6 l_1 T_1^2 = 0$, dérivée de six plans tangents d'un ellipsoïde, et que l'on sait diviser harmoniquement chacune des diagonales de l'hexaèdre 123456 : ce qui la définit aussitôt comme la sphère orthogonale à quatre autres, décrites sur ces diagonales comme diamètres.

» Quant à l'énoncé précédent, appliqué d'abord à six tangentes $\overline{1}, \overline{2}, \ldots, \overline{6}$ d'une conique, ou aux trois quadrilatères successifs

$$(\overline{1}\overline{2}\overline{3}\overline{4}), \quad (2345), \quad (3456)$$

qui en résultent, il se réduit à la collinéation de leurs « médianes » : c'est le

théorème de Newton, et qui se prête tout à fait aux mêmes usages que celui de Pascal.

» Appliqué, en second lieu, à l'ellipsoïde inscrit à neuf plans donnés $1, 2, \ldots, 9$, ou $T_1, \ldots, T_9 = 0$, le même énoncé, ou la notion équivalente d'une sphère directrice, orthogonale à toutes les sphères dérivées, permet, par exemple, de mener, à la surface, un dixième plan tangent, $T_{10}$, par une droite $\overline{D}$

$$(D)0 = T_9 = T_{10},$$

prise arbitrairement dans l'un des neuf plans donnés.

» En effet, l'hexaèdre, partiellement inconnu, $T_5 T_6 \ldots T_9 T_{10}$ étant circonscrit à l'ellipsoïde, la sphère dérivée de cet hexaèdre sera, premièrement, orthogonale à une sphère connue (M) : la sphère directrice, ou sphère de Monge de l'ellipsoïde, laquelle coupe à angles droits quatre sphères connues, dérivées une à une des quatre hexaèdres circonscrits : 123456. 23...., 67, 34...., 78, 45...., 89.

» Mais si l'on considère, d'autre part, la série des hexaèdres compris sous les cinq faces fixes $T_5, T_6, \ldots, T_9$, et *fermés* par une sixième face mobile, $T_{10}$, tournant autour de l'arête fixe (D), on reconnaît aussitôt que les sphères dérivées de ces hexaèdres passent toutes par un même cercle (C), que l'on peut donc construire, et suivant lequel, ayant mené une sphère (S) orthogonale à la sphère (M) ci-dessus, on aura, dans (S), la sphère dérivée de l'hexaèdre $T_5 T_6 \ldots T_9 T_{10}$; et, dans la trace, sur l'arête (D), du plan polaire du sommet $(T_5 T_6 T_7)$ par rapport à (S), un troisième point du plan cherché $T_{10}$, ou ce plan lui-même.

» 4. Pour $n = 3$, le cercle $\Sigma_1^7 l_i T_i^3 = 0$, dérivé de sept droites quelconques, admet encore une construction simple, réalisable tout entière sur des points, des droites ou des cercles, déjà connus et fournis immédiatement par les premières données du problème.

» D'ailleurs, une fois en possession de ce cercle, on se trouve avoir dans les mains l'instrument même de toutes les premières constructions, réclamées par l'analogie, et auxquelles donne lieu la considération d'une cubique définie par la donnée de neuf de ses tangentes.

» C'est, par exemple, au tracé, répété, de ce cercle que se réduisent, pour une cubique définie de la sorte, les déterminations suivantes :

» Celle du centre et du cercle directeur de la cubique;

» Celle encore du point de contact de la courbe sur l'une des tangentes qui la définissent, et celle du cercle osculateur correspondant;

» L'achèvement du faisceau tangentiel issu, soit du point de concours de deux des tangentes données, soit d'un point pris à volonté sur l'une de ces tangentes;

» Enfin la construction, fondamentale, de la conique, polaire d'une transversale quelconque.

» M. Chasles avait donné déjà, et l'on trouve indiquées, dans divers Traités de Géométrie synthétique, des solutions, très différentes, de plusieurs de ces problèmes, y compris celui de *la neuvième tangente, commune aux cubiques inscrites à un même octogone*, auquel s'applique aussi, très particulièrement, notre méthode. Nous croyons les autres nouveaux, et l'on trouvera peut-être qu'il convenait que la Géométrie analytique pût prétendre, à son tour, une part d'originalité et de priorité dans un genre de recherches qu'une autorité très haute (¹) avait pu croire lui appartenir uniquement. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Recherches sur les mouvements de l'atmosphère solaire*. Note de M. **H. Deslandres**, présentée par M. Lœwy.

« Le Soleil, qui appartient à la grande classe des étoiles jaunes, doit être rangé aussi parmi les étoiles à lignes spectrales brillantes, dont le nombre est encore très restreint. Car le spectre de la lumière générale du Soleil (²), ainsi que je l'ai montré en 1892, offre, au milieu des larges raies noires H et K du calcium, une raie brillante qui même est renversée, c'est-à-dire large et divisée en deux par une raie noire.

» Cette raie brillante renversée de la lumière générale est la résultante exacte, pour l'intensité et la position dans le spectre, des raies similaires reconnues déjà aux différents points de la surface, la partie brillante large correspondant aux couches basses de la chromosphère, et la raie noire aux couches élevées. Les deux raies, brillante et noire, de la lumière générale représentent donc l'intensité moyenne des couches basses et hautes de la

(¹) Lamé, *Examen des différentes méthodes* ..., 1818.

(²) Le spectre de la lumière générale ou lumière d'ensemble du Soleil s'obtient en dirigeant le collimateur du spectroscope vers le Soleil ou vers un point quelconque de notre ciel sans l'intermédiaire d'aucun objectif. Dans ces conditions, le Soleil est analysé comme s'il était aussi loin de la Terre que les étoiles.

chromosphère (¹) et leurs déplacements dans le spectre indiquent les mouvements généraux de ces deux couches par rapport à la Terre.

» Or, les nombreuses épreuves du spectre de la lumière générale, obtenues depuis 1891, présentent la particularité suivante : le plus souvent, les deux composantes de la raie brillante sont dissymétriques, la composante du côté du rouge étant plus étroite que l'autre, si bien que la raie noire apparaît déplacée vers le rouge par rapport à la raie brillante. Les couches basses auraient donc, relativement aux couches élevées, un mouvement général d'éloignement de la Terre. Sur cent quatre-vingt-six épreuves examinées, la dissymétrie est nette pour cent vingt, étant d'ailleurs plus ou moins forte suivant les jours; elle est soupçonnée seulement pour les autres.

» Nécessairement, cette inégalité doit se retrouver aussi sur divers points du Soleil analysés isolément (²). De nombreuses épreuves de spectrographes par sections et, en particulier, d'un spectrographe automatique réalisé à l'Observatoire, en avril dernier, ont été examinées à ce point de vue. Or, à l'emplacement des facules qui sont les parties hautes de la photosphère, les composantes brillantes, intenses comme l'on sait, sont, en général, égales, mais avec des exceptions assez fréquentes, surtout dans le voisinage des taches où la dissymétrie a parfois un sens différent pour deux points opposés, où les raies brillante et noire offrent des inflexions attribuables à un mouvement tourbillonnaire. En dehors des facules, par contre, la dissymétrie des composantes brillantes, qui, d'ailleurs, sont faibles, est le cas le plus fréquent; elle est nette, en général, au moins sur les trois quarts de la surface, dans le sens de la lumière générale, et est plus ou moins accentuée, étant quelquefois telle que la composante rouge est invisible. Elle se présente aussi bien près de l'équateur que près des pôles, mais très rarement à une faible distance du bord.

(¹) La simple lunette, comme on sait, ne donne que le disque ou photosphère; les spectrographes à deux fentes, enregistreurs des formes, d'autre part, ne donnent que la chromosphère. Ces épreuves du spectre de la lumière générale fournissent le seul moyen connu de comparer directement la photosphère et la chromosphère. Or la raie chromosphérique apparaît extrêmement faible à côté du spectre continu intense de la photosphère.

(²) Cette dissymétrie apparaît très clairement dans les superbes épreuves du spectre solaire publiées par M. G. Higgs et le professeur Rowland. Mais ces épreuves, obtenues avec un réseau concave, donnent seulement un résultat moyen pour l'ensemble des points de la surface solaire projetés suivant un diamètre.

» L'ensemble des faits précédents peut s'expliquer par un mouvement général de circulation verticale et horizontale des couches hautes et basses de la chromosphère, analogue à celui que présente notre atmosphère. Les couches basses s'élèveraient et seraient attirées vers l'équateur, comme les vents alizés, d'où un rapprochement vers la Terre; les couches élevées auraient un mouvement inverse. Ce mouvement général était prévu par les théories de M. Faye, et les expériences récentes de Mgr Rougerie (1).

» Pour éclaircir ce point, j'ai juxtaposé les spectres de différents points du Soleil projetés sur l'axe de rotation, et le spectre d'une étincelle d'induction donnant les raies du fer et aussi les raies du calcium renversées comme dans le Soleil. Or, avec le spectroscope employé (4e spectre d'un réseau Rowland et lentilles de $1^m,30$ de distance focale), la raie noire chromosphérique a paru offrir, pour certains points, un léger déplacement vers le rouge, par rapport aux raies noires du fer, alors que le milieu de la raie brillante chromosphérique, déterminé à l'aide des deux bords, présentait un déplacement moindre ou inverse. En réalité, il faudrait employer une dispersion plus grande, ce que ne permet guère l'exiguïté de la salle attenante au sidérostat de l'Observatoire. De plus, sur les épreuves les composantes brillantes de la raie du calcium dans l'étincelle présentent aussi une légère dissymétrie dans le même sens que la raie solaire, ce qui n'a pas été signalé encore dans l'arc ou l'étincelle électriques par les nombreux observateurs de ce spectre. Aussi, bien que la dissymétrie de l'étincelle soit beaucoup plus faible que celle de la chromosphère, et bien qu'elle puisse être attribuée à des causes similaires, on ne peut être encore certain que la dissymétrie solaire soit due uniquement à un déplacement. Je soumets ces difficultés aux observateurs qui disposent de moyens puissants.

» Cette dissymétrie de la raie chromosphérique, quelle que soit sa cause, est curieuse par elle-même et digne d'être présentée avec détails. D'autre part, elle apporte un appoint sérieux dans la discussion encore ouverte sur le cas singulier de la nouvelle étoile du Cocher de 1892. Les larges raies brillantes et noires de cette étoile, lors de sa première apparition, étaient aussi divisées en deux ou trois composantes qui ont été rap-

---

(1) D'ailleurs, le courant du pôle à l'équateur pourrait avoir lieu dans la photosphère, et le courant inverse de retour au-dessus, mais alors avec des vitesses croissantes pour des hauteurs croissantes.

portées par le Dr Huggins non à des astres différents, mais à de simples renversements. A l'appui, j'ai cité les raies chromosphériques H et K du Soleil, qui présentent en petit le même phénomène. Mais on a opposé à cette explication simple la dissymétrie des composantes qui, en effet, est rare dans les renversements. L'étude précédente montre que cette dissymétrie est le cas normal dans le Soleil; bien plus, elle a le même sens dans le Soleil et la nouvelle étoile ([1]). »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Coup de foudre remarquable.* Note de M. **Ch.-V. Zenger.**

« Le 20 mai 1894, à $9^h 30^m$ du soir, un orage épouvantable, mais de courte durée, a éclaté à Prague.

» La foudre, tombant sur quatre maisons à la fois, a fait de grands dégâts, démoli l'ameublement et détruit les toitures sans y mettre le feu.

» Une chambre photographique détective de Steinheil, placée sur une fenêtre près de l'Académie des Sciences et du Musée national, a reproduit l'image d'un éclair formidable sextuple, que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie. On voit descendre, d'un nuage très éclairé, six éclairs dans toutes directions, atteignant quatre maisons, la coupole de l'Académie des Sciences et le conduit des fils téléphoniques. La foudre a produit de véritables flammes sur les fils brûlés, près d'une maison voisine de la coupole.

» La lumière électrique intense a produit, en outre, un phénomène inconnu jusqu'ici, à ce que je crois; on voit, dans la photographie, et mieux encore dans un agrandissement de trois fois, l'ombre de la coupole projetée sur le ciel brumeux et pluvieux, avec des contours assez nets. Ce phénomène semble être du même ordre que le spectre du Brocken, où l'on put voir les images des aéronautes et de leurs ballons, projetées sur le ciel brumeux par la lumière solaire.

» Une autre figure montre l'image d'un autre puissant éclair, prise pendant le même orage avec la chambre détective de Steinheil.

» L'intensité de cet orage du 20 mai est d'autant plus remarquable, qu'il s'est produit au jour même de la période solaire et que Prague était atteint comme la Bohême entière d'un violent orage, également le 20 *mai* 1888, causant plus de 8 000 000fr de dommages, par les ondées, la grêle énorme et les incendies allumés par de nombreux coups de foudre. J'ai trouvé, dans

---

([1]) Ces expériences ont été faites avec le concours de mes deux assistants, MM. Millochau et Mittau.

les rapports sur les orages en France, de 1879 à 1892, que les journées du 20 au 22 mai de chaque année ont été marquées par de nombreux orages dans la France entière. C'est une preuve de la périodicité des perturbations atmosphériques, électriques et magnétiques, à des jours de l'année bien déterminés.

» Les derniers événements météorologiques d'août 1894 apportent à ce fait une confirmation remarquable, car le 3 août 1894, jour de la période solaire de 12,6 jours, a été signalé par des orages cycloniques en Suisse, par des trombes atmosphériques dans le Tyrol, et de violents orages en Bohême.

» La période solaire suivante, du 16 août [1], n'a pas été moins remarquable par des orages cycloniques en Saxe, dans la Silésie prussienne, la Bohême, l'Autriche ; des cyclones ont dévasté la Finlande et Madrid.

» Le 16 août 1894, le *Journal officiel* de Vienne publiait la prévision suivante du temps : Direction du vent incertaine ; le temps reste généralement au beau ; pas de pluie ; température en hausse. C'est à peu près exactement le contraire qui s'est produit le 16 août ; on ne peut pas trouver une meilleure preuve de l'impossibilité de faire des prévisions de temps reliables par la théorie des gradients jusqu'ici généralement admise. »

M. **Léopold Hugo** adresse une Note « Sur le groupement des isobares du 11 mars ».

La séance est levée à 3 heures et demie. J. B.

---

[1] Le 16 août, une série de taches énormes passait près de l'équateur solaire par le méridien central ; le 18, une perturbation très forte, précédée le 16 et 17 de perturbations moindres, s'est inscrite aux enregistreurs magnétiques de l'Observatoire de Paris.

## BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

### Ouvrages reçus dans la séance du 13 aout 1894.

(*Suite.*)

*Archives des Sciences biologiques* publiées par l'Institut impérial de Médecine expérimentale à Saint-Pétersbourg. T. III, n° 1. Saint-Pétersbourg, 1894; br. in-4°.

*Bulletin de l'Académie royale de Médecine de Belgique.* T. VIII, n° 6, année 1894. Bruxelles, F. Hayez, 1894; 1 vol. in-8.

*Proceedings of the royal physical Society.* Session 1892-1893. Edimbourg, Mac Farlane et Erskine, 1893; 1 vol. in-8°.

*The Journal of the american chemical Society.* Août 1894. Easton, 1894; br. in-8°.

*Astronomy and Astro-Physics,* août 1894. Londres, 1894; br. in-8°.

*Jahrbuch des norwegischen meteorologischen Instituts für* 1891, herausgegeben von Dr. H. Mohn. Christiania, Druck bei Grondahl Son, 1893; 1 vol. in-4°.

*Rendiconto dell' Accademia delle Scienze fisiche e matematiche* (Sezione della Società reale di Napoli), vol. VIII, fasc. 6 et 7. Napoli, 1894; br. in-4°.

*Observatorio meteorologico de Manila,* bajo la direccion de los PP. de la Compañia de Jesus. Observaciones verificadas durante el mes de setiembre de 1892 y marzo de 1893. Manila, Ramiez y Cia, 1894; 2 br. in-4°.

### Ouvrages reçus dans la séance du 20 aout 1894.

*Bulletin du Ministère des Travaux publics. Statistique et Législation comparée.* Tome XXIX, mai 1894. Paris, Imprimerie nationale, 1894; 1 fasc. in-8°.

*Bulletin de l'Académie de Médecine.* Séance du 14 août 1894. Paris, G. Masson, 1894; 1 fasc. in-8°.

*L'Anthropologie.* Juillet-août 1894. Paris, G. Masson, 1894; 1 br. in-8°.

*Mémoires de la Société académique d'Agriculture, des Sciences, Arts et Belles-Lettres du département de l'Aube.* Tome XXX, année 1893. Troyes, P. Nouel, 1894; 1 vol. in-8°.

*Annales de la Société Géologique de Belgique*. Tome XXI, 1re et 2e livraisons. Liége, H. Vaillant-Carmanne, 1893-1894; 2 fasc. in-8°.

*Report of the sixty-third meeting of the British Association for the advancement of Science, held at Nottingham in september* 1893. London, John Murray, 1894; 1 vol. in-8°.

*Minutes of Proceedings of the Institution of civil Engineers with other selected and abstracted Papers*. Vol. CXVII, edited by James Forrest. London, 1894; 1 vol. in-8°.

*Proceedings of the Royal Society*. Vol. LV, n° 335. London, 1894; 1 fasc. in-8°.

*Peabody Institute of the city of Baltimore. Twenty-seventh annual Report*, June 1, 1894. Baltimore, 1894; 1 fasc. in-8°.

*The Canadian Patent Office record and register of copyrights and trade marks*. Vol. XXII, n° 6. Ottawa, 1894; 1 fasc. in-4°.

*Mittheilungen der deutschen Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasiens in Tokio*. Herausgegeben von dem Vorstande. Supplement-heft I zu Band VI. Tokio; 1 vol. in-4°.

*The Journal of the College of Science, Imperial University Japan*. Vol. VI, Part IV, et vol. VII, Part I. Tokio, 1894; 2 vol. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 27 aout 1894.

*Bulletin des Sciences mathématiques*, rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. Deuxième série. Tome XVIII. Juin 1894. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1894; 1 fasc. in-8°.

*Annales agronomiques*, publiées sous les auspices du Ministère de l'Agriculture, par M. P.-P. Dehérain, Membre de l'Institut, professeur de Physiologie végétale au Muséum d'Histoire naturelle, etc. Tome XX, n° 8. Paris, G. Masson, 1894; in-4°.

*Bulletin de l'Académie de Médecine*, 3e série, Tome XXXII. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

*Archives des Sciences physiques et naturelles*. Troisième période. T. XXXII, n° 8. Paris, G. Masson, 1894; 1 fasc. in-8°.

*Mémoires de l'Académie de Stanislas*. 1893. CXLIVe année. 5e série, Tome XI. Nancy, Berger-Levrault et Cie, 1894; 1 vol. in-8°.

*Annales des Ponts et Chaussées*. 1894. Juillet. Paris, Vve Ch. Dunod et P. Vicq, 1894; in-8°.

*Marseille-Médical*. Journal bi-mensuel. N° 16. 15 août 1894; 1 fasc. in-8°.

*Sitzungsberichte der konigl. Böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften Classe.* Jahrgang 1892-1893. Prag, 1893-1894; 2 vol. in-8°.

*Astronomical and magnetical and meteorological observations, made at the royal observatory Greenwich in the year* 1891. Under the direction of W.-H.-M. Christie, M. A. F. R. S., Astronomer royal. London, 1893; 1 vol. in-4°.

*Heliometer observations for determination of stellar parallax, made at the royal observatory Cape of Good Hope,* by David Gill. London, 1893; 1 vol. gr. in-8°.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

### SÉANCE DU LUNDI 3 SEPTEMBRE 1894,

PRÉSIDENCE DE M. LOEWY.

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. A. **Milne-Edwards** rend compte à l'Académie de la cérémonie qui a eu lieu à Valleraugue (Gard), le 26 août, à l'occasion de l'inauguration de la statue d'*Armand de Quatrefages*.

BIOLOGIE. — *Le laboratoire maritime du Muséum à l'île Tatihou, près Saint-Vaast-la-Hougue* (*Manche*); par M. **Edmond Perrier**.

« Depuis une dizaine d'années, le Muséum d'Histoire naturelle de Paris poursuit l'installation d'un vaste laboratoire maritime à Saint-Vaast-la-Hougue, un peu au sud de Barfleur, dans la nuque de la tête d'oiseau que dessine la presqu'île du Cotentin. J'ai l'honneur d'annoncer à l'Académie que cette installation est aujourd'hui très avancée et a pu fournir à la Science un certain nombre de résultats importants.

» Saint-Vaast-la-Hougue est certainement, de toutes les côtes françaises de la Manche et peut-être de l'Océan, la localité la plus riche en productions marines. Les recherches de Thuret, de Bornet, de Le Jollis, etc., ont fait d'elle la région classique des Algues; celles d'Henri Milne-Edwards, d'Audouin, de Norman, de de Quatrefages, de Claparède, de Balbiani, de Baudelot, de Grube, de de Man, etc., ont répandu son nom parmi les zoologistes. Un grand nombre d'Ascidies composées, d'Annélides, d'animaux inférieurs de toutes sortes ont été découverts pour la première fois à Saint-Vaast, qui est ainsi devenu pour toutes ces espèces une sorte de localité type. La richesse de la faune dans cette région s'explique d'ailleurs par la variété des conditions géologiques qu'elle présente; de Barfleur à Grandcamp s'échelonnent toutes les formations comprises entre le granite et les calcaires oolithiques; à Saint-Vaast même les roches primitives, les schistes, les sables, les prairies de zostères qui découvrent sur une immense étendue la vase, offrent les abris et les aliments les plus variés aux animaux, qui trouvent en outre, dans la rade si appréciée des marins, une tranquillité exceptionnelle. A Barfleur se rejoignent d'ailleurs la faune des détroits et des golfes, à laquelle se relie celle de la Manche et la faune des océans ouverts.

» Le laboratoire maritime du Muséum est établi dans l'île Tatihou qui, à chaque basse mer, est reliée à la terre par un passage carrossable, même pour les voitures légères, nommé le *Rhun*. Deux embarcations appartenant au laboratoire font, aux heures où l'eau couvre le Rhun, un service réglé d'avance entre Saint-Vaast et le laboratoire (le passage dure, suivant le temps, de cinq minutes à un quart d'heure); un téléphone relie, en outre, le laboratoire au poste des douanes, de sorte que les inconvénients que l'on pourrait au premier abord redouter de la position quasi insulaire sont évités. Dix-huit naturalistes peuvent d'ailleurs, s'ils le désirent, habiter et manger à l'île où tout le personnel est installé à demeure.

» Le laboratoire occupe les bâtiments, spécialement aménagés à cet effet, d'un ancien lazaret; il occupe une superficie de quatre hectares, enclos de murs et comprend onze constructions, savoir : 1° une maison pour le chef des travaux scientifiques, M. Malard-Duméril, et le marin-concierge, ancien capitaine au cabotage; 2° une construction pour abriter les machines; 3° un château d'eau; 4° le laboratoire proprement dit; 5° la maisonnette contenant les réfectoires et les pièces de service; 6° la maison de l'administration; 7° trois vastes baraquements de $70^m$ à $50^m$ de long; 8° deux habitations pour les marins.

» L'eau de mer est conduite par un caniveau dans une vaste citerne de $15^m$ de long, $6^m$ de large et $4^m$ de profondeur, dont la communication avec la mer peut être interrompue par une vanne. Dans cette citerne, l'eau se dépouille de ses impuretés et se rafraîchit; l'alimentation d'eau du laboratoire est ainsi rendue indépendante des variations que subissent la pureté et la température de l'eau du rivage. Une pompe rotatoire, mue par une machine à air chaud de la force de neuf chevaux, capable d'actionner, en outre, une machine magnéto-électrique, élève l'eau dans le château d'eau à une hauteur de $10^m$; de là l'eau se distribue dans toutes les salles de travail et dans les aquariums, situés dans un même bâtiment. La salle des aquariums contient 12 grands bacs dont la capacité varie de $1^{mc}$ à $5^{mc}$; une quinzaine de petits bacs dont quelques-uns aménagés pour recevoir des animaux fouisseurs; enfin un nombre indéterminé de petits aquariums portatifs, disposés en cascades sur une table creuse de granit et pouvant servir à l'élevage des embryons et des petits animaux. Chaque salle de travail contient, en outre, son assortiment spécial d'aquariums et de cuvettes.

» Trois des parois des grands bacs sont en granit plan ou disposé en rocaille; la quatrième est formée par une épaisse glace de Saint-Gobain. A volonté, on peut alimenter d'eau chaque bac séparément ou établir un même courant dans la totalité des bacs, en sautant, si on le désire, tel ou tel bac, qui est ainsi mis à part sans arrêter le courant dans les autres; on peut aussi indifféremment rejeter à la mer l'eau qui a traversé les bacs ou la renvoyer dans la citerne. L'aération est obtenue en faisant simplement couler dans un tube de verre, un peu large et arrivant jusqu'au fond des bacs, l'eau qui sort sous pression des robinets par un ajutage étroit (une simple plume de corbeau suffit pour former l'ajutage). Une nuée de bulles d'air sort du tube large et se répand dans toute l'étendue des bacs. Ce dispositif si simple est dû à M. Malard-Duméril.

» Les animaux marins de toutes sortes vivent aujourd'hui parfaitement dans tous les bacs. Au moment où la section de Zoologie du Congrès tenu à Caen par l'Association française pour l'avancement des Sciences est venue visiter le laboratoire du Muséum, les bacs contenaient toute une colonie d'Actinies (*Anemonia sulcata, Tealia crassicornis, Bunodis gemmaceus, Actinoloba dianthus, Sagartia venusta, Alcyonium palmatum*, etc.), des Spatangues, des Oursins, des Cribelles, des *Palmipes*, des *Solaster*, un tapis de Comatules, des *Eupomatus*, des *Eulalia*, des Sabelles, de nombreux *Eupagurus Bernhardus*, des *Maïa*, des *Inachus*, des Dromies et autres Crustacés brachyures, d'innombrables Crevettes, des Poulpes et de jeunes Sei-

ches, des Chétopsères, des Gébies, des Homards, une Squille; des Soles, des Mulets, des Bars, des *Gobius*, des Blennies paons, des *Gobius*, des Vieilles, plusieurs espèces de Syngnathes, un certain nombre d'*Amphioxus*. Plusieurs de ces animaux, notamment les Bars, étaient depuis plus d'un an dans les bacs. Quelques-uns ont donné lieu à des observations de mœurs intéressantes; c'est ainsi que MM. Malard et Gravier ont pu assister aux soins quotidiens que les *Tritonia*, grands Mollusques nudibranches donnent à leur ponte.

» La bibliothèque du laboratoire s'est accrue dans ces derniers temps d'une série de la *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie*, donnée par M. le baron Erlanger, de nombreux ouvrages donnés par M$^{me}$ de Quatrefages et qui proviennent de la bibliothèque de l'illustre zoologiste; de diverses publications données par M. de Man, de Leyde, etc.; elle reçoit régulièrement les thèses d'Histoire naturelle de la Faculté des Sciences de Paris.

» M. Malard-Duméril a commencé la collection des animaux et des plantes de la côte. Un grand nombre d'échantillons d'Algues de la localité, déterminées par M. Bornet, membre de l'Académie des Sciences, et provenant de son herbier ont été données à l'herbier du laboratoire déjà assez riche. Parmi les pièces de la collection de Zoologie, je citerai le squelette de l'un des grands Hyperoodons échoués récemment à Saint-Vaast, et qui ont été étudiés par M. Bouvier.

» Outre un certain nombre de pièces exceptionnelles envoyées aux collections du Muséum d'Histoire naturelle ou qui ont fourni les éléments de démonstration pour les cours soit au Muséum, soit à diverses Facultés ou Écoles du Gouvernement, le laboratoire maritime du Muséum a fourni les matériaux de leurs recherches à divers naturalistes, parmi lesquels je citerai MM. Bouvier, de Man, Malard-Duméril, Ménégaux, Remy Perrier, Félix Bernard, Bordage, Gravier, Bordas, Martin, Coupin, Fauvel, Blanc, de Lausanne, etc. L'un des travaux qui en sont sortis, les *Recherches sur la blastogénèse des Botryllidés* de M. Pizon, a été couronné par l'Académie des Sciences.

» Mais l'ambition du laboratoire maritime du Muséum ne se borne pas aux recherches de Science pure. Par l'étendue considérable de terrain dont il dispose, les magnifiques baraquements qu'il possède, par son outillage spécial, par sa situation géographique exceptionnellement favorable et par son annexe en pleine mer, l'île de terre de Saint-Marcouf, le laboratoire du Muséum est tout indiqué pour devenir un établissement de pisciculture marine de premier ordre, pouvant rivaliser avec ceux qui

fonctionnent le mieux à l'étranger. Peu de chose suffira pour le mettre en état de prendre la tête dans cette direction vers laquelle il fera tous ses efforts pour s'orienter, se rendant ainsi utile non seulement à la Science, mais à l'une des industries nationales les plus intéressantes, celle de la pêche. Saint-Vaast est d'ailleurs déjà un centre ostréicole important. »

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur deux méthodes pour l'étude des courants dans les circuits ouverts et des courants de déplacement dans les diélectriques et les électrolytes.* Mémoire de M. DE NICOLAÏEFF, présenté par M. Poincaré. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Cornu, Mascart, Poincaré.)

« La première méthode a pour but l'étude des déviations que subissent les corps à étudier, dans un champ magnétique constant ou alternatif.

» Les corps, en forme d'anneaux ou de disques, sont suspendus au moyen d'un bifilaire entre les deux pôles d'un électro-aimant; quand on lance un courant constant ou alternatif dans les bobines, l'espace interpolaire devient un champ magnétique constant ou alternatif.

» Le plan de l'anneau suspendu fait un angle de 45° avec l'axe de l'électro-aimant et est au milieu de l'espace interpolaire, de sorte que l'influence d'un champ constant se réduit à un couple moteur, axial ou équatorial selon la nature du corps; le champ alternatif, outre le couple purement magnétique, crée encore des forces électromotrices d'induction, dont la composante tangentielle produira, dans les anneaux diélectriques, des courants de déplacement. Ces derniers excitent autour de l'anneau un champ magnétique secondaire, qui, réagissant sur le champ primaire, crée un couple moteur qui vient s'ajouter au couple déterminé par un champ constant.

» En divisant les déviations par les carrés des intensités efficaces des champs, ou, si la perméabilité des noyaux est constante, par les carrés des intensités des courants magnétisants, on aura, dans les quotients, les déviations réduites, qui doivent être constantes pour toutes les intensités. On devra ensuite comparer les déviations réduites, dans le cas du champ constant et du champ alternatif; la différence, s'il y en a une, sera attribuable aux courants de déplacement.

» Il est aisé de voir que les phases des champs primaire et secondaire sont identiques; par suite de cette identité des phases, les couples moteurs, dus aux réactions des champs, seront toujours équatoriaux, c'est-à-dire que les corps paramagnétiques seront moins déviés dans le champ alternatif, tandis que les diamagnétiques le seront davantage.

» Deux séries d'expériences avec le même anneau, en paraffine diamagnétique, ont montré une augmentation de 12 pour 100 pour 930 périodes dans une minute et une augmentation de 9 pour 100 pour 770 périodes.

Le moment du couple moteur s'exprime par la formule

$$C\frac{Q_0^2}{2}\frac{\pi KL}{T^2 \mp \pi KL}.$$

Mais il faut en déduire le couple de la poussée venue du milieu ambiant, lequel est aussi le siège des courants du déplacement, qui se calculent de la même manière, sauf que la valeur de K est différente.

» Dans la seconde méthode, on excite les courants de déplacement dans les anneaux par les masses de fer des noyaux eux-mêmes. Dans cette méthode, l'anneau est suspendu perpendiculairement à l'axe des noyaux et l'un de ces noyaux est déplacé parallèlement à lui-même; les deux faces polaires peuvent alors être rapprochées, autant qu'on le veut, des faces parallèles des anneaux. La tendance des lignes de force secondaires à pénétrer dans la masse des noyaux crée un couple pondéromoteur, appliqué à l'anneau et qui produit les différences entre les déviations à l'état permanent et à l'état variable.

» Cette méthode, vu la petitesse de distance qui peut être obtenue entre les faces parallèles des anneaux et des noyaux, doit être regardée comme la plus efficace pour la manifestation des courants du déplacement.

» L'anneau paramagnétique, en cire jaune, donnait pour une certaine distance l'augmentation de 8,46 pour 100; pour une distance plus petite, une augmentation de 15 pour 100. Un disque paramagnétique en paraffine a donné pour un courant l'augmentation de 8 pour 100; pour l'autre courant, une augmentation de 8,3 pour 100.

» Les électrolytes comme l'eau, les sulfates de cuivre et de zinc, l'acide sulfurique au maximum de conductibilité électrolytique, se comportaient comme des diélectriques parfaits; ils ne sont donc pas conducteurs à la manière des métaux.

» L'acide sulfurique, renfermé dans un tube annulaire en verre, et traité

par la seconde méthode, a montré une augmentation de déviation égale à 15 pour 100.

» Le circuit conducteur ouvert était un anneau en cuivre, de forte section, coupé transversalement en un point; quand il était traversé par un noyau commun aux deux bobines, il ne subissait presque aucune déviation avec le courant constant, tandis qu'avec un courant alternatif il pouvait atteindre de très grandes déviations. Bien que les secteurs pussent, par l'effet du flux magnétique, se charger d'électricité, tout porte à croire que les déviations étaient produites par les courants au sein même de l'anneau. Ce courant se comportait comme un courant dans l'anneau fermé; les valeurs du quotient $\frac{r}{L}$, calculées d'après les formules, relatives aux circuits fermés, ont donné, dans des circonstances très différentes, des valeurs assez concordantes.

» Toutes les conséquences ci-dessus énoncées sont cependant déduites d'un trop petit nombre de mesures pour qu'on puisse les considérer comme indiscutables. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Assimilabilité de la potasse, en sols siliceux pauvres, par l'action des nitrates.* Note de M. **P. Pichard.** (Extrait.)

(Commissaires : MM. Dehérain, Aimé Girard.)

« Dans une précédente Note [1], j'ai montré l'assimilabilité plus grande de l'azote nitrique des nitrates récemment formés. Le même ordre de recherches m'a amené à constater que la potasse, ordinairement peu assimilable et rare, telle qu'on la rencontre dans les roches siliceuses, grès et sables, peut cependant suffire aux plantes exigeantes à cet égard, grâce à une nitrification convenable, entretenue dans ces sols, ou à l'addition de nitrates chimiques.

» Les expériences ont porté sur une espèce de tabac d'Amérique, le *White Burley,* cultivé dans du sable siliceux fin et blanc de Bollène. Trois séries d'essais ont été effectuées, les deux premières sans addition de potasse, la troisième avec addition de sels de potasse reconnus comme facilement assimilables.

---

[1] *Comptes rendus,* 10 juillet 1893.

» Dans la première série, l'azote a été fourni à l'état de nitrate de soude, de nitrate de chaux, et de nitrate de magnésie; l'acide phosphorique, à l'état de superphosphate.

» Dans la deuxième, l'azote a été donné sous forme de tourteau d'arachides décortiquées, et l'acide phosphorique à l'état de phosphates de soude, de chaux et de magnésie.

» Dans la troisième série, la potasse a été fournie à l'état de nitrate, de sulfate et de phosphate; l'azote, sous forme de nitrate et de tourteau; l'acide phosphorique, à l'état de phosphate de potasse.

» *Résumé.* — Dans des sols siliceux meubles très inégalement pourvus de potasse, riches en azote nitrique, le tabac végète vigoureusement et assimile des quantités de potasse très variables, allant du simple au quadruple.

» Les nitrates de potasse, de chaux et de magnésie contribuent directement au développement du végétal, les deux derniers suppléant le nitrate de potasse quand il fait défaut, par rareté ou par inassimilabilité de cette base.

» Le fait le plus saillant qui se dégage de ces expériences apparaît dans les résultats fournis par la première série : culture en sols très pauvres en potasse et bien pourvus de nitrates ajoutés. Une portion notable de la potasse non attaquable par l'eau régale a été assimilée par les plantes. Sur $5^{gr},60$ de potasse inattaquable, les tabacs qui ont reçu du nitrate de chaux, du nitrate de soude, ou du nitrate de magnésie, ont prélevé respectivement $0^{gr},66$, $3^{gr},21$, $0^{gr},48$. C'est le nitrate de soude qui a donné lieu au prélèvement le plus considérable.

» Le même fait se présente aussi dans la deuxième série : culture en sols pauvres en potasse assimilable, et bien pourvus d'azote organique (tourteau d'arachides), mais là seulement où la nitrification a été très active, sous l'influence des sels de chaux, phosphate et carbonate, comme en témoignent le poids de matière sèche, le taux d'acide azotique et la combustibilité des feuilles. Les plantes ont prélevé, sur $5^{gr},6$ de potasse inattaquable par l'eau régale, des quantités qui ont varié entre $1^{gr},02$ et $3^{gr},04$. Le prélèvement a été maximum avec le carbonate de chaux.

» L'influence des nitrates ajoutés dans le sol, ou formés durant le cours de la végétation, opère un drainage énergique de la potasse, et recule les limites de l'assimilabilité de cette base bien au delà de ce qu'on a cru jusqu'à ce jour, et montre, en même temps, la tendance de la potasse à

entrer dans la plante, à l'état de nitrate. Sachant le rôle important de l'acide azotique, quant au développement, on peut dire que le nitrate de potasse est, par excellence, l'aliment efficace et préféré du végétal.

» *Conséquences aux points de vue agricole et analytique.* — Ce fait d'assimilation énergique de la potasse, sous l'action des nitrates, n'est pas, sans doute, spécial au tabac : il peut être étendu, sans témérité, aux plantes de la même famille, aux Solanées ; en particulier, à la Pomme de terre, que l'on sait exigeante à l'égard de la potasse. Nous avons tout lieu de penser que la plupart des végétaux se comportent de même.

» Dans des sols siliceux de Bretagne, pauvres en potasse dite *assimilable,* dépourvus de calcaire, riches en azote organique, l'addition seule de carbonate de chaux et de chaux, agents nitrificateurs, a, dans une culture de betteraves fourragères, porté les rendements de $6315^{kg}$ à $21627^{kg}$ et $38700^{kg}$ à l'hectare, c'est-à-dire quadruplé et sextuplé. Le plâtre, ajouté à la chaux et au calcaire, a augmenté encore la production.

» Le surplus de récolte de $\frac{1}{5}$ au minimum que les viticulteurs obtiennent aujourd'hui, par l'emploi raisonné du plâtre, en sol suffisamment pourvu d'azote organique, est dû à une assimilation plus grande de la potasse, à l'état de nitrate, comme cela ressort notamment des expériences de MM. Ville, Oberlin, Battanchon, Hoc, sur la vigne, et de nos travaux sur l'action nitrifiante du plâtre.

» On sait depuis longtemps que l'addition de calcaire, dans les terres siliceuses bien pourvues d'azote organique, en augmente immédiatement la fertilité pour toutes les cultures.

» L'azote nitrique est bien l'excitant et le facteur principal de toute végétation. Le produire à bon marché, en quantité suffisante et au fur et à mesure des besoins de la plante, constitue la partie la plus importante du problème agrologique. L'usage du plâtre associé au calcaire ou à la marne, fixant l'azote sous forme d'ammoniaque, d'un côté, et le transformant rapidement en acide azotique, grâce à l'oxygène à l'état naissant qu'il fournit, d'autre côté, c'est-à-dire assurant et activant la nitrification, en donnera le plus souvent une solution satisfaisante.

» L'assimilabilité notable de la potasse silicatée, sous l'action des nitrates, commande la modification réclamée par M. Berthelot pour le dosage de cette base dans les terres végétales. Outre la potasse attaquable par les acides et l'eau régale, regardée jusqu'à ce jour comme limite extrême de l'assimilable, il y a lieu de déterminer la totalité de la potasse combinée dans le sol. »

M. C. **Huc** adresse une Note relative au « Tonnerre en boule ».

(Commissaires : MM. Fizeau, Mascart, Lippmann.)

M. **Ducla** adresse une Note relative à la prévision de la pluie.

(Commissaires : MM. Fizeau, Mascart.)

## CORRESPONDANCE.

GÉOMÉTRIE. — *Sur la construction du cercle dérivé de sept droites, ou défini par l'équation* $0 = \Sigma_1^7 l_1 T_1^3 \equiv X^2 + Y^2 - R^2$. Note de M. **Paul Serret**.

« 1. On peut obtenir séparément le centre et le rayon du cercle cherché, ou le déterminer à la fois de position et de grandeur.

» De là deux solutions distinctes qui, pour devoir quelque chose à la méthode suivie, doivent plus encore au voisinage immédiat des courbes du second degré, et, avant tout, à une coïncidence fortuite assignant ici, à la différence N — N' des *indices-paramétriques* propres aux courbes de classe 3 et de classe 2, la valeur même, passé laquelle, les renseignements, demandés à la méthode, eussent fait défaut. Il suit, d'ailleurs, de cette remarque, que si ces indices successifs, pour les courbes de classes 2, 3, 4, 5, ... croissaient comme les termes d'une progression arithmétique de raison 4, ou croissaient plus lentement, l'une de nos constructions s'étendrait, de proche en proche, au cercle dérivé de $N - 2$ tangentes d'une enveloppe de classe quelconque. Et il en serait de même, dans l'espace, pour les sphères analogues si l'on supposait substituée, à cette progression hypothétique, de raison 4, vérifiée seulement pour $n' = 2$ et $n = 3$, une autre progression de raison 6, qui n'est, elle, vérifiée que pour $n' = 1$ et $n = 2$. La loi de progression des indices est donc autre, et le problème général subsiste tout entier, ou n'admet qu'une solution purement spéculative.

» Car si l'on peut déduire, des données générales $T_1, T_2, \ldots$ impliquées dans le cercle $\Sigma_1^{N-2}, \ldots$ ou dans la sphère $\Sigma_1^{N-3} l_1 T_1^n = 0$, des groupes ponctuels *résolvants* tels que les puissances des points de chaque groupe par rapport au cercle ou à la sphère cherchés, soient liées par autant de relations linéaires, à coefficients connus, qu'il est nécessaire pour la détermi-

nation dont il s'agit, la rapidité croissante avec laquelle se compliquent ces coefficients, à mesure que la classe $n$ s'élève, rend, presque aussitôt, cette solution illusoire. Le problème, toutefois, demeure linéaire et il admet, certainement, une construction effective, liée à quelque propriété inconnue des polygones d'ordre $N-2$, ou des polyèdres d'ordre $N-3$; comme il arrive pour le cas particulier actuel : le cercle dérivé de sept droites résultant, comme il suit, de l'heptagone complet défini par l'ensemble de ces droites.

» 2. Que l'on désigne par P l'un quelconque des sommets de l'heptagone de côtés $\overline{1}, \overline{2}, \ldots, \overline{7}$; par C et $\bar{r}$ le centre et le rayon du cercle de Monge de la conique inscrite aux autres côtés de l'heptagone, *moins* les deux qui se croisent en P; et qu'après avoir pris, sur la droite CP, le segment $C\omega = \frac{1}{3}CP$, du point $\omega$, comme centre, avec un rayon

$$\rho = \sqrt{\overline{C\omega}^2 + \frac{r^2}{3}},$$

on décrive un cercle : les 21 cercles obtenus de la sorte admettront un cercle orthogonal commun, qui sera le cercle dérivé de sept droites.

» 3. On trouve, tout à la fois, l'énoncé et la démonstration dans les considérations suivantes, fondées, d'une part, sur l'existence déjà établie (¹), pour une enveloppe de classe quelconque $n$, d'un cercle directeur, orthogonal à tous les cercles dérivés des tangentes; d'autre part, sur cette remarque, essentielle ici, que la première polaire d'un point quelconque, par rapport à une courbe d'ordre $n$, $C_n$, *provenant de l'abaissement d'une forme de degré supérieur,* est une autre courbe $C'_n$ du même ordre et de même forme générale, ou, plus précisément, comprise sous les mêmes directions asymptotiques que la proposée $C_n$.

» En particulier, la première polaire du point $(T'_1, T'_2, \ldots, X', Y')$ par rapport au cercle, de centre o et de rayon R, défini par la double équation

$$\text{(A)} \qquad 0 = \Sigma_1^7 l_1 T_1^3 \equiv X^2 + Y^2 - R^2,$$

est un autre cercle, défini de même par les équations équivalentes

$$\text{(A')} \qquad 0 = \Sigma_1^7 l_1 T'_1 T_1^2 \equiv X^2 + Y^2 - R^2 + 2(XX' + YY' - R^2).$$

---

(¹) *Comptes rendus,* 18 septembre 1893.

» Car si l'on écrit un moment, au lieu de (A), avec

$$Z = aX + bY + 1,$$

(B) $$o = \Sigma_1^7 l_1 T_1^3 \equiv (X^2 + Y^2 - R^2 Z^2) Z;$$

la droite $Z = o$ étant d'abord une droite quelconque, tracée à volonté dans le plan de la figure, mais que l'on pourra remplacer, en dernier lieu, par la droite de l'infini $o = Z \equiv 1$, en posant $a = b = o$; on aura pour la première polaire du point

(P) $$T'_1, T'_2, \ldots, T'_7, \qquad X', Y', Z' = aX' + bY' + 1$$

par rapport à la *cubique* actuelle (B),

(B') $$o = \Sigma_1^7 l_1 T'_1 T_1^2 \equiv (X^2 + Y^2 - R^2 Z^2) Z' + 2(XX' + YY' - R^2 ZZ') Z,$$

et si l'on fait, dans celle-ci, $a = b = o$, d'où $Z \equiv Z' \equiv 1$, on retrouve l'équation (A').

» 4. Plaçons maintenant le pôle P en l'un quelconque des sommets de l'heptagone $\bar{1}, \bar{2}, \ldots, \bar{7}$, par exemple au sommet $o = T_6 = T_7$.

» La conique-polaire correspondante, définie toujours par la double équation (A') où nous ferons $o = T'_6 = T'_7$, sera représentée par l'une ou l'autre des deux équations

($A'_1$) $$\begin{cases} \Sigma_1^5 l_1 T'_1 T_1^2 = o, \\ (X + X')^2 + (Y + Y')^2 = X'^2 + Y'^2 + 3R^2 = \overline{OP}^2 + 3R^2. \end{cases}$$

» Or, il suit, en premier lieu, de la seconde, que cette conique-polaire est un autre cercle (O', R'), dont le centre O' est le symétrique du pôle choisi P par rapport au centre O du cercle cherché, et dont le rayon R' est lié au rayon de celui-ci par la relation

(1) $$R'^2 = OP + 3R^2.$$

» Mais ce même cercle (O', R') étant compris, d'autre part, dans la forme générale $\Sigma_1^5 \lambda_1 T_1^2 = o$, est l'un des cercles dérivés des tangentes de la conique inscrite au pentagone $\bar{1}.\bar{2}\ldots\bar{5}$; comme tel il est orthogonal au cercle de Monge (C, $r$) de cette conique, et l'on a

(2) $$\overline{O'C}^2 = R'^2 + r^2.$$

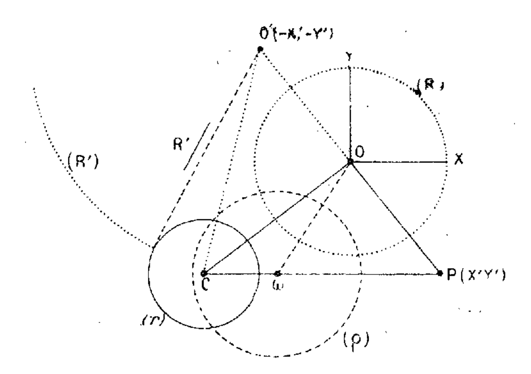
» D'ailleurs, on a aussi, entre la médiane CO et les côtés du triangle CO'P, la relation

(3) $$2\overline{OC}^2 + 2\overline{OP}^2 = \overline{O'C}^2 + \overline{CP}^2;$$

laquelle étant ajoutée membre à membre avec les précédentes (2) et (1), tout ce qui se rapportait, dans ces relations, au cercle incident (O′, R′), se trouve éliminé, et il reste

$$(4)\qquad 2\overline{OC}^2 + \overline{OP}^2 = \overline{CP}^2 + r^2 + 3R^2 = 0.$$

» Mais on sait que, dans le triangle OCP, la somme $2\overline{OC}^2 + \overline{OP}^2$ s'exprime linéairement en fonction du carré de la droite menée du sommet O au point ω qui divise le côté opposé CP dans le rapport inverse des coeffi-




cients 2 et 1. De telle sorte que, si l'on prend sur CP le segment $C\omega = \frac{1}{3}CP$, ou que l'on pose $\frac{C\omega}{1} = \frac{\omega P}{2} = \frac{CP}{3}$, on aura, en joignant Oω,

$$(5)\qquad 3\overline{O\omega}^2 = 2\overline{OC}^2 + \overline{OP}^2 - 3\overline{C\omega}.\overline{P\omega}.$$

» Or, si l'on ajoute (4) et (5), et que, dans la relation résultante,

$$(6)\qquad 3\overline{O\omega}^2 = 3R^2 + r^2 + \overline{CP}^2 - 3\overline{C\omega}.\overline{P\omega},$$

on remplace $\overline{CP}$ et $\overline{P\omega}$ par leurs valeurs en $\overline{C\omega}$, il vient définitivement

$$(X)\qquad \overline{O\omega}^2 = R^2 + \left(\overline{\omega C}^2 + \frac{r^2}{3}\right).$$

» Le cercle cherché, de centre O et de rayon R, est donc orthogonal au cercle de centre ω et de rayon $\rho = \sqrt{\overline{\omega C}^2 + \frac{r^2}{3}}$ : ce qui est le théorème énoncé. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouveau dosage pondéral du glucose.* Note de M. **Fernand Gaud**.

« Dans certains liquides, les dosages de sucre réducteur ne peuvent guère se faire par les procédés ordinaires, soit que la présence des matières actives sur la lumière polarisée modifie la mesure du pouvoir rotatoire du sucre et rende ce mode inexact, soit que la couleur, en ne permettant pas l'usage du saccharimètre, interdise l'emploi des liqueurs cupro-alcalines titrées, par suite de la difficulté de juger de la décoloration. Il vaut mieux, alors, opérer par pesée de l'oxydule réduit.

» La méthode indiquée par Soxhles, la seule employée, est fort longue et parfois inexacte en ce qu'une petite quantité d'oxydule peut échapper à la réduction par l'hydrogène et venir augmenter le résultat du poids d'oxygène qu'il contient. Celle que nous proposons a l'avantage d'être très rapide et de ne point nécessiter de matériel spécial.

» Dans une capsule en porcelaine, on mélange $50^{cc}$ de liqueur cupro-potassique, préparée au moment même, et $50^{cc}$ d'eau. Après deux ou trois minutes d'ébullition, on la porte sur un bain-marie bouillant, et on verse d'un coup $25^{cc}$ du liquide sucré qu'on a amené à un titre voisin de 1 pour 100. La réduction s'opère ainsi à une température inférieure à 100°, condition indispensable pour éviter que l'action destructive de l'alcali puisse s'exercer sur une partie du sucre, laquelle ne participerait point à la réduction du sel cuivrique, ainsi que nous nous en sommes rendu compte par de nombreuses expériences; ce fait avait d'ailleurs été déjà signalé par M. Berthelot. Au bout de dix minutes, la réduction étant complète, on décante la liqueur, qui doit être encore très bleue, et on lave le précipité à l'eau distillée bouillie, en ayant bien soin de n'en point entraîner. Quand les eaux de lavage sont neutres à la phtaléine, on fait tomber le précipité, par un jet de pissette, dans un flacon à densité de $20^{cc}$ à $25^{cc}$, dont on connaît d'avance la capacité à 0°. On affleure le niveau avec de l'eau bouillie et on pèse le flacon. Soit P le poids du liquide et du précipité, dont le volume total est égal à la capacité du flacon à la température $t$ de l'expérience, c'est-à-dire $v_t = v_0[1 + 3\beta(t - t_0)]$. Connaissant en outre la densité $\Delta = 5,881$ de l'oxydule cuivreux desséché, et $d$ la densité (donnée par les Tables) de l'eau à la température de l'expérience $t$, on obtient le

poids $p$ du précipité par la formule

$$p = \frac{P - V_t d}{1 - \frac{d}{\Delta}}.$$

» Pour obtenir des résultats parfaitement exacts, il importe de ramener le poids P à ce qu'il serait dans le vide. La température n'a pas à intervenir, la densité de l'oxydule subissant de trop faibles variations avec la température.

» Les poids d'oxydule ne variant pas proportionnellement aux poids de sucre, il est nécessaire de dresser un Tableau des principales valeurs numériques des uns et des autres, afin de pouvoir calculer aisément, directement ou par interpolations, toutes les valeurs possibles.

» Les chiffres répondant aux conditions d'expérience que nous avons données sont consignés dans le Tableau suivant :

| $Cu^2O$. | Glucose. | $Cu^2O$. | Glucose. |
|---|---|---|---|
| mg | mg | mg | mg |
| 10 | 5,413 | 100 | 46,221 |
| 20 | 9,761 | 200 | 91,047 |
| 30 | 14,197 | 300 | 138,842 |
| 50 | 23,036 | 400 | 188,928 |

» Cette méthode, très simple et rapide pour toute personne sachant calculer, comporte, dans l'évaluation de P, une erreur $< \frac{1}{1000}$, pourvu toutefois que les corrections de température et de pression aient été rigoureusement faites. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Phénomènes consécutifs à la dialyse des cellules de la levure de bière.* Note de M. E. ONIMUS.

« On peut se demander si c'est le contact immédiat de la levure de bière ou les produits de sa sécrétion qui opèrent les phénomènes de fermentation. Dans ce but, nous avons cherché quelle est l'influence de la levure sur l'eau sucrée, à travers une membrane endosmotique. Nous avons choisi comme membrane celle qui est employée dans l'industrie, le papier-parchemin, reconnu apte aux phénomènes d'endosmose et d'exosmose.

» D'un côté, nous mettons de l'eau sucrée, préalablement bouillie; de l'autre côté, de la levure de bière dissoute soit dans de l'eau pure, soit dans

de l'eau sucrée. Dans un cas, nous ne mettons pas de levure, l'eau sucrée renfermée dans la membrane restant longuement exposée à l'air et devant nous servir de témoin.

» Après quinze à vingt minutes de contact, le sucre de canne est interverti. Au microscope, on ne constate à ce moment aucune cellule, mais seulement quelques microzymes. Ce n'est qu'après deux à trois heures que l'on trouve quelques rares cellules de levure de bière, isolées et très petites. Les granulations sont, en même temps, de plus en plus nombreuses.

» Après quatre à six heures, les cellules, qui ressemblaient tout à l'heure aux plus petits bourgeons que l'on voit se former sur les cellules anciennes, deviennent un peu plus grandes, mais sont encore indépendantes; ce n'est qu'après dix à douze heures que l'on aperçoit un chapelet, surtout si l'on a ajouté des sels d'ammoniaque. A ce moment, l'eau sucrée servant de témoin ne renferme pas encore de sucre interverti; ce n'est que le lendemain que la réaction cupro-potassique apparaît.

» Pour nous mettre complètement à l'abri de l'air, nous avons fait construire de petits godets en métal, dont une partie est largement ouverte et sert de support à du papier-parchemin qui est maintenu par un anneau métallique. On flambe préalablement les parties métalliques, et l'on fait bouillir l'eau sucrée. Le tout est plongé dans de la levure de bière, et le lendemain, on cherche du liquide intérieur avec un trocart, et l'on y trouve le sucre interverti et de petites cellules isolées de levure.

» Ces expériences montrent bien que la levure de bière sécrète une substance dialysable, et que l'interversion du sucre se fait avant que les cellules nouvelles apparaissent. Le milieu est d'abord modifié par la zymase et devient alors seulement fécond pour tout ce qui peut donner naissance aux cellules.

» La levure de bière étant un organisme réduit à l'état cellulaire, nous croyons que ces expériences peuvent éclairer le mode d'activité et les fonctions d'un grand nombre d'éléments anatomiques. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur le tremblement de terre de Constantinople, du 10 juillet 1894.* Note de M. D. Eginitis, communiquée par M. F. Tisserand. (Extrait.)

« Le 10 juillet 1894, à midi $24^m$ (temps moyen local), un grand séisme de dislocation a fortement secoué Constantinople et ses environs.

» Tois secousses violentes ont déterminé la presque totalité des désastres observés. La première secousse a été précédée, pendant une à deux secondes, d'un fort bruit souterrain; elle a été horizontale et la plus faible de toutes : elle n'a produit aucun dégât appréciable; sa durée a été de quatre à cinq secondes, en augmentant pro-

gressivement d'intensité. La deuxième secousse, qui s'est produite immédiatement après la première, a été très violente et prolongée; elle a été verticale et rotatoire, augmentant graduellement d'intensité; elle a duré huit à neuf secondes et a produit presque tous les dégâts importants. Cette secousse a été accompagnée par le même bruit souterrain que la première. Enfin la troisième secousse, qui a immédiatement suivi la deuxième, a été ondulatoire, et horizontale vers la fin; pendant sa plus grande partie le sol oscillait comme une mer houleuse. Elle a été plus faible que la deuxième et a duré cinq secondes; le même bruit souterrain accompagnait également cette secousse. La durée totale de ces trois secousses, qui n'ont été séparées que par des intervalles de temps très petits, a donc été dix-sept à dix-huit secondes. Les trois secousses ont eu, à tous les points de l'épicentre, la même direction nord-est-sud-ouest, avec des variations de quelques degrés à peine d'un côté ou de l'autre de cette direction.

» En réunissant les observations que nous avons pu faire sur place, grâce à la générosité avec laquelle S. M. I. le Sultan a mis à notre disposition un bateau à vapeur, et en mettant à profit les dépêches officielles et un grand nombre d'autres renseignements précis, nous avons pu nous former une idée exacte de l'étendue et de l'intensité du phénomène aux différents lieux et tracer les courbes *isoséistes*.

» Ces courbes séparent la surface de la terre ébranlée en zones distinctes. La première, qui constitue l'*épicentre,* comprend les lieux qui ont été le plus maltraités et où des constructions solides se sont écroulées. Cette zone épicentrale affecte, comme d'ordinaire, la forme d'une ellipse très allongée, dont le grand axe, s'étendant de Tchataltza jusqu'à Ada-bazar, le long du golfe de Nicomédie (Ismid), a une longueur de $175^{km}$; son petit axe, compris entre les villages de Katirly et Maltépé, à l'embouchure dudit golfe, a une longueur de $39^{km}$. La direction des secousses est à peu près perpendiculaire au grand axe de l'épicentre.

» La deuxième zone, dans laquelle quelques habitations mal construites ont seules été renversées, et où la plupart des maisons ont subi de légères crevasses, est délimitée par l'isoséiste qui passe par Tchourlou, Rodosto, Moudania, Akhissar, Skutari et Derkos; elle affecte aussi une forme elliptique, dont le grand axe a une longueur de $248^{km}$ et le petit axe une longueur de $74^{km}$.

» La troisième zone, dans laquelle le séisme a été fort, mais n'a fait que déplacer quelques objets mobiliers, affecte aussi la forme d'une grande ellipse, dont le grand axe a $354^{km}$ et le petit $175^{km}$. Elle est délimitée par une isoséiste qui passe par Panderma et Karakeuy, près de Biletzik.

» La quatrième zone, s'étendant jusqu'à Bucarest, Jannina, Crète, Grèce, Konia et une grande partie de la Turquie d'Asie, contient les pays où le tremblement de terre a été plus ou moins faible, sensible à l'observation directe, mais n'a produit aucun dommage.

» Dans les localités comprises dans l'épicentre, les dégâts matériels sont considérables et plusieurs centaines de personnes ont été tuées et blessées. Un grand nombre

de maisons se sont presque complètement écroulées, toutes sont plus ou moins fortement lézardées, pas une n'est restée intacte. A Stamboul, le désastre a été considérable à tous les points de vue, le grand bazar n'est plus que ruines. C'est à l'île de Halki et à l'île d'Antigoni qu'a eu lieu le maximum du phénomène.

» La constitution géologique du sol, dans quelques localités, a contribué à aggraver les désastres. A Katirly la moitié du village, bâtie sur un sol meuble, a été ruinée, tandis que l'autre moitié, qui est établie sur un sol plus solide, est restée intacte.

» Les désastres de ce tremblement de terre ont été encore aggravés par l'ancienneté des constructions en pierre et leur mauvais état, surtout à Stamboul. Les constructions en bois ont mieux résisté; il en est qui sont restées presque intactes. Après les maisons en bois, celles qui ont le mieux résisté sont celles qui étaient en briques.

» La direction rotatoire, ainsi que celle de bas en haut, ont été observées en plusieurs endroits de l'épicentre. A l'île de Prinkipos, la grande cheminée pyramidale d'un moulin a été séparée horizontalement en trois morceaux qui ont tourné dans la même direction : celui d'en haut de $0^m,05$, celui du milieu un peu moins, et le troisième encore moins. Plusieurs faits du même genre ont été observés.

» Le sol de l'épicentre ne présente pas beaucoup de crevasses. La plus importante de toutes celles que nous avons observées est celle du village d'Ambarly, bâti sur un sol d'alluvion. Cette crevasse a $3^{km}$ de long et $0^m,08$ de large au maximum; elle a une direction est-ouest, parallèlement à la côte de la mer, dont elle est éloignée de $300^m$. A Halki, entre l'École de Théologie et celle du Commerce, il s'est produit une fissure du sol de $200^m$ de long et dirigée nord-ouest-sud-est. A Proti, nous avons observé aussi des crevasses parallèles au rivage, dirigées nord-sud, et dont la plus importante a $200^m$ de long et $0^m,06$ de large.

» Le câble Kartal-Dardanelles a été coupé en plusieurs endroits. Lorsque, quelques jours après, on l'a retiré, on s'est aperçu qu'il portait des cassures nettes, comme s'il était coupé au couteau.

» Le séisme du 10 juillet a affecté aussi les sources et les puits. Quelques heures après les secousses, on a observé que les eaux des sources thermales Koury-Valova ont cessé de couler jusqu'au soir; mais ni leur température, qui est de 72° centigrades, ni leur qualité n'ont varié. A Ambarly, l'eau de source de la fontaine a manqué pendant une demi-heure après le séisme; lorsqu'elle est revenue, elle a été trouble pendant deux heures. A Katirly, l'eau de toutes les sources a été doublée pendant dix jours; elle a repris ensuite son état normal. A Saint-Kyriaky du même village, une source appelée *Agiasma,* qui n'avait pas d'eau depuis quelque temps, a recommencé à couler.

» L'eau de la mer a été aussi fortement agitée le long de tout le littoral épicentral. Dans certains endroits, on a observé que la mer a commencé par se retirer de $200^m$ à peu près; après quelques oscillations, elle a repris son état normal.

» Dans un grand nombre de localités côtières, pendant le séisme, on a observé que la mer bouillonnait. A Galata, plusieurs personnes ont remarqué que le sol était beaucoup plus chaud que d'ordinaire. De ces observations et d'autres que nous avons vérifiées, il résulte qu'avant ainsi que pendant le séisme il y a eu des dégagements de gaz ou de vapeurs chaudes.

» En appliquant la méthode de Dutton et Hayden, nous avons trouvé

que la profondeur du foyer séismique est de $34^{km}$. M. Lacoine ayant calculé cette même profondeur par une autre méthode, d'après la différence de l'heure de transmission des secousses en différents endroits, a trouvé à peu près le même résultat.

» A l'aide des observations faites en France, en Russie et en Roumanie, nous avons pu calculer la vitesse avec laquelle les secousses séismiques se sont propagées. A Paris, le choc est arrivé avec une vitesse de $3^{km}$; à Pavlovsk, avec une vitesse de $3^{km},5$; à Bucarest, avec une vitesse de $3^{km},6$ par seconde. Pendant le dernier tremblement de terre de Locride, nous avions trouvé que la vitesse de propagation de ce séisme jusqu'à Birmingham avait été de $3^{km}$; il y a là un accord intéressant.

» On doit considérer comme certain que des signes précurseurs se sont produits un peu avant ce tremblement de terre. A plusieurs endroits de l'épicentre, on a été frappé de ce que les hirondelles, effrayées avant le séisme, ont quitté leurs nids et se sont réfugiées en masse sur les lignes télégraphiques, ou se sont élevées à de grandes hauteurs; elles ne sont revenues qu'un peu après les secousses. Quelques minutes avant le séisme, on a observé que les poules et plusieurs autres animaux cherchaient à fuir. Ce phénomène, qui doit être attribué probablement à des frémissements du sol, précédant les fortes secousses, rendrait désirable l'installation d'instruments très sensibles, capables d'annoncer ces frémissements du sol, et, par conséquent, de permettre de prévoir les fortes secousses qui peuvent leur succéder.

» Nous appellerons enfin l'attention sur la période séismique qui, depuis deux ans environ, traverse l'Europe orientale. Après Zante, Thèbes; après celle-ci, la Locride; un peu après, Constantinople; dernièrement encore, la Sicile, ont été successivement éprouvées. Outre ces grands séismes, un grand nombre de petits, pendant la même période, ont eu lieu en plusieurs points de l'Europe orientale et de l'Asie Mineure. Les pays cités plus haut se trouvent presque sur la même ligne droite et sont situés dans une partie de la surface terrestre qui a subi des dislocations ou des transformations géologiques très importantes.

» Les violentes secousses, du 10 juillet, ont été suivies d'autres beaucoup moins fortes, le même jour et le jour suivant. Les plus fortes ont été celle dn 12 juillet $4^h 10^m$ s., d'une durée de deux minutes, et celle du 18 juillet $11^h 58^m$ m.; elles ont été accompagnées aussi d'un bruit souterrain, comme les trois premières. »

M. **Léopold Hugo** adresse une Note intitulée : « Sur un processus relatif aux Insectes ».

La séance est levée à 3 heures et demie.

M. B.

---

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

---

Ouvrages reçus dans la séance du 3 septembre 1894.

*Annales de Chimie et de Physique*, par MM. Berthelot, Pasteur, Friedel, Mascart. Septième série. Septembre 1894. Tome III. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

*Recueil des travaux du Comité consultatif d'hygiène publique de France et des actes officiels de l'Administration sanitaire.* Annexe au Tome XXII : *Le choléra en* 1892. Melun, 1894; 1 vol. in-8°.

*Rapport général présenté à M. le Ministre de l'Intérieur par l'Académie de Médecine sur les vaccinations et revaccinations pratiquées en France et dans les Colonies françaises pendant l'année* 1892. Melun, 1894; 1 fasc. in-8°.

*Bulletin de la Société géologique de France.* Troisième série. Tome XXI. Paris, 1894; 1 vol. in-8°.

*Rapport sur les travaux du Conseil central de salubrité et des Conseils d'arrondissement du département du Nord pendant l'année* 1893. N° LII. Lille, L. Danel, 1894; 1 vol. in-8°.

*Journal de Pharmacie et de Chimie.* N° 5. 1er septembre 1894. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

*Nouveau système de Géométrie théorique et pratique*, par Jean Richoux. Chaumont, 1891; 1 br. in-8°.

*Bulletin de l'Académie de Médecine.* N° 35, séance du 28 août 1894. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

*El volcanismo chileno*, por A.-F. Noguès, Injeniero de minas, Profesor en la Universidad. Publicado en los *Anales de la Universidad*. Santiago, Cervantes, 1894; 1 br. gr. in-8°.

*Statistisek van het koninkrijk der Nederlanden. Bescheiden betreffende de Geldmiddelen.* Negentiende Stuk (tweede gedeelte), 1893. Sgravenhage, Martinus Nighoff; 1894; 1 vol. in-4°.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

### SÉANCE DU LUNDI 10 SEPTEMBRE 1894,

PRÉSIDENCE DE M. LŒWY.

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

BOTANIQUE. — *Truffes (Terfâs) de Tunisie et de Tripoli;* par M. **Ad. Chatin.**

« Au commencement du mois de mars dernier, je priai M. Hanotaux, alors Directeur des Consulats et Affaires commerciales, aujourd'hui Ministre des Affaires étrangères, de vouloir bien faire rechercher et envoyer par nos consuls les Truffes que je conjecturais, d'après la situation géographique des lieux, pouvoir exister en certains pays d'Afrique et d'Orient, notamment à Tunis, Tripoli, Tanger, Salonique, Athènes, Ispahan et Téhéran.

» En exécution des instructions qu'avec une grande obligeance M. Hanotaux s'était empressé de donner, des envois étaient faits dès le mois d'avril par M. le Résident général de France à Tunis et par notre consul à Tripoli.

TRUFFE (TERFAS) DE TUNISIE.

» Résumant la Communication de M. Rouvier, résident général, M. Hanotaux m'écrivait à la date du 1er mai :

» On ne connaît dans la Régence qu'une Truffe blanche appelée *Terfess* (*Terfez* ou *Terfâs*) par les indigènes. Le Terfess, qui pousse dans les terres argileuses et humides (?) du Sud, ne vient pas sous certains arbres, comme la Truffe de France; d'après les indigènes, sa présence est toujours décelée par une petite plante à laquelle ils ont donné le nom de *Arong-Terfess,* ce qui veut dire racines de Terfess.

» La lettre était accompagnée d'un paquet renfermant quelques tubercules et des spécimens de l'herbe dite *Arong-Terfess,* provenant d'un même point de la truffière.

» Par leur poids de $60^{gr}$ à $100^{gr}$ et leur forme, par leur peridium lisse, peu coloré, par leur chair blanchâtre assez homogène et leurs sporanges presque ronds et à huit spores, enfin par les spores d'un diamètre de $0^{mm},20$ à $0^{mm},23$, finement réticulées et à réseau variable et non verruqueuses, les Terfess de Tunisie sont spécifiquement identiques au Kamé de Damas que j'ai nommé *Terfezia Claveryi :* l'espèce, signalée par M. Patouillard, ainsi que d'autres tubéreuses dans ses missions en Tunisie, est la même en Afrique et en Arabie.

» Quant à l'Arong-Terfess, connu aussi des Arabes sous les noms de *Reguig* et de *Samari,* il ressort de la détermination faite par le Dr Bonnet, à qui est familière la flore de Tunisie, que c'est une Cistacée vivace, l'*Helianthemum sessiliflorum* Pers. (*Cistus sessiliflorus* Desf.) [1].

» Dans la terre assez légère et de teinte ocracée, retirée par lavage des tubercules et des racines de l'Hélianthème, il y avait approximativement, sur 100 parties, 5 de chaux, 2 d'oxyde ferrique, 0,10 d'azote, traces d'iode et d'acide phosphorique.

TRUFFE (TERFAS) DE TRIPOLI.

» Avec la Truffe de la Tunisie, M. Hanotaux me faisait tenir, en même temps qu'un certain nombre de tubercules, la lettre suivante :

» J'ai l'honneur de vous transmettre ci-joints quelques spécimens de l'unique es-

---

(1) Les nombreux pieds d'*Helianthemum sessiliflorum* faisant partie de l'envoi étaient couverts d'une plante parasite, le *Cuscuta planiflora*. Dans l'hypothèse du parasitisme des Truffes, on voit que l'Arong-Terfâs aurait deux ennemis à nourrir, l'un sous terre, l'autre au-dessus du sol.

pèce de Truffes blanches que l'on récolte, vers les premiers jours du mois d'avril, dans la Tripolitaine.

» D'après les renseignements recueillis par le Consul général de France à Tripoli, la production de ce tubercule n'atteint guère plus de $3000^{kg}$, même dans les années où les pluies sont abondantes au mois de février [1].

» On récolte les Truffes dans les environs de Tripoli, à Gharsan, dans le Djebel tripolitain, ainsi qu'aux environs de Tliten et de Mesrata, localités situées sur la côte orientale du vilayet. La qualité de Mesrata est réputée la meilleure.

» Il résulte d'informations, recueillies par nos représentants à Tanger et à Salonique, que la Truffe n'existerait ni au Maroc [2], ni à Salonique, ni dans les villayets de Janina, Kossovo, Macédoine et Monastir, ni à Athènes.

» Les tubercules de la Tripolitaine, de la grosseur d'un œuf et plus ou moins piriformes, ont le périderme lisse et peu coloré, la chair d'un blanc jaunâtre, les sporanges à six ou huit spores; les spores, arrondies et du diamètre de $0^{m},020$ à $0^{m},026$, sont relevées de courts festons répondant à de multiples et fines granulations.

» A ces caractères, on reconnaît le *Terfezia Boudieri*, que j'ai décrit pour la première fois sur des tubercules recueillis dans le sud de l'Algérie (Barika, Biskra, Tougourt, etc.) et dont une variété (*Terfezia Boudieri*, var. *arabica*) me fut envoyée de Damas avec le *Terfezia Claveryi*.

De Tripoli, ou de Tunisie, les Truffes appartiennent à ce groupe des *Terfâs* à tubercules blanchâtres à périderme lisse, à odeur et saveur nulles ou faibles, qui entrent dans l'alimentation des peuplades du désert. »

## CORRESPONDANCE.

MÉCANIQUE. — *Sur les équations de la Mécanique.* Note de M. **Wladimir de Tannenberg**, présentée par M. Darboux.

« Le 6 août dernier, M. R. Liouville a présenté quelques observations au sujet de recherches que j'ai communiquées récemment (15 mai et

---

(1) C'est une remarque faite en tous les pays que les pluies, en certaines saisons correspondant à celle des premiers développements des Truffes, leur sont favorables.

(2) Cependant le *Tirmania africana* et le *Terfezia Leonis* paraissent avoir été trouvés au sud de la province d'Oran, dans la région des Chotts R'Arbi et Chergui, frontière du Maroc. On peut seulement inférer, des renseignements recueillis, que les Terfâs n'auraient pas de marchés importants au Maroc.

30 juillet) à l'Académie. Je demande la permission de revenir un instant sur ces questions.

» Considérons la forme quadratique

$$(1) \qquad 2\,\mathrm{T}\,dt^2 = \sum_i \sum_k a_{ik}\,dx_i\,dx_k,$$

et le système de Lagrange correspondant

$$d\left(\frac{\partial \mathrm{T}}{\partial x'_i}\right) - \frac{\partial \mathrm{T}}{\partial x_i}\,dt = 0,$$

que l'on peut écrire

$$\sum_k a_{ik}\,dx'_k + f_i(x')\,dt = 0,$$

ou encore, en observant que $f_i$ est homogène et du second degré en $x'_1, \ldots, x'_n$,

$$(2) \qquad \sum_k a_{ik}\,dx'_k + \sum_k \frac{1}{2}\,\frac{\partial f_i}{\partial x'_k}\,dx_k = l_i(dx, dx') = 0.$$

» On sait depuis Lagrange que le système d'équations

$$(3) \qquad l_i(dx, dx') = 0, \qquad dx_i - x'_i\,dt = 0$$

est invariant par la transformation

$$\mathrm{X}_i = \varphi_i(x, \ldots, x_n),$$

c'est-à-dire se change en un système analogue

$$(4) \qquad \mathrm{L}_i(d\mathrm{X}, d\mathrm{X}') = 0, \qquad d\mathrm{X}_i - \mathrm{X}'_i\,dt = 0.$$

» Cela posé, on démontre aisément la propriété suivante des formes linéaires $l_i(x, x')$. Quelles que soient les variables indépendantes $x'_1, \ldots, x_n, x'_1, \ldots, x'_n$, on a

$$(5) \qquad l_i = \sum_k \lambda_{ki}\,\mathrm{L}_k,$$

pourvu que les variables X, X′ soient définies par

$$(6) \qquad \mathrm{X}_i = \varphi_i(x_1, \ldots, x_n), \qquad \mathrm{X}'_i = \frac{\partial \varphi_i}{\partial x_1}\,x'_1 + \ldots + \frac{\partial \varphi_i}{\partial x_n}\,x'_n.$$

En d'autres termes, le système de formes linéaires $l(dx, dx')$ est invariant

par la transformation (6), ce que l'on exprime aussi en disant que le système d'équations

$$(7) \qquad l_i(dx, dx') = 0$$

est invariant. La réduction de la forme T est ramenée à celle du système (7). Le système linéaire, lié à la forme T, que j'ai considéré dans mes deux Notes est équivalent au précédent; on l'obtient en résolvant le système (7) par rapport aux $dx'$.

» S'appuyant sur sa Communication du 7 octobre 1889, M. R. Liouville déclare que cette méthode d'étude de la forme T lui appartient. J'ai cependant la conviction que le lien simple qui existe entre la forme T et les formes $l(dx, dx')$, a échappé à ce savant géomètre. Je ne puis que laisser à l'Académie le soin d'apprécier si sa réclamation est justifiée.

» Je ne veux pas exagérer l'importance de mes Communications, en discutant les questions de détails soulevées par M. Liouville et qui sont relatives à ma première Note (15 mai); ses citations n'ont pas modifié mon opinion. M. Liouville reconnaîtra dans le Mémoire, qui va paraître, que je n'oublie pas d'indiquer les travaux nombreux qui ont des relations avec mes modestes recherches. Si je ne l'ai pas fait dans la Note en question, c'est simplement parce que cela m'aurait entraîné trop loin. »

## ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le problème de Pfaff.* Note de M. A.-J. Stodolkievitz.

« Les conditions d'intégrabilité, obtenues dans ma première Note de 1892 sous la forme

$$(1) \qquad \Delta_1 = \Delta_2 = \Delta_3 = \Delta_4 = \Delta_5 = 0,$$

peuvent être simplifiées. Les déterminants mineurs du déterminant gauche symétrique de degré impair ont un diviseur commun et, par conséquent, le système (1) représente une seule équation en forme de la fonction de Pfaff

$$(k, l, r)(i, m, r) - (i, l, r)(k, m, r) + (l, m, r)(i, k, r) = 0,$$

où $(\rho, \sigma, \tau)$ ont une signification connue (8).

» L'équation différentielle totale

$$X_1\,dx_1 + X_2\,dx_2 + \ldots + X_n\,dx_n = 0, \tag{2}$$

si $n \geqq 7$, peut avoir trois intégrales et, dans ce cas, les coefficients $X_i$ doivent satisfaire à certaines conditions que nous déduirons plus bas. Admettons que les intégrales de l'équation (2) sont en même temps des intégrales du système des trois équations

$$A_{s,1}\,dx_1 + A_{s,2}\,dx_2 + \ldots + A_{s,n}\,dx_n = 0 \qquad (s = 1, 2, 3), \tag{3}$$

dans lesquelles $A_{s,i}$ satisfont à des conditions connues

$$A_{s,i}\left(\frac{\partial A_{s,k}}{\partial x_l} - \frac{\partial A_{s,l}}{\partial x_k}\right) + A_{s,k}\left(\frac{\partial A_{s,l}}{\partial x_i} - \frac{\partial A_{s,i}}{\partial x_l}\right) + A_{s,l}\left(\frac{\partial A_{s,i}}{\partial x_k} - \frac{\partial A_{s,k}}{\partial x_i}\right) = 0, \tag{4}$$
$$(i, k, l = 1, 2, \ldots, n).$$

» Outre cela, pour les coefficients des équations (2) et (3), il existe des liaisons

$$A_{1,k} + A_{2,k} + A_{3,k} = \alpha X_k \qquad (k = 1, 2, \ldots, n), \tag{5}$$

où $\alpha$ exprime une fonction inconnue.

» Désignons

$$A_{2,k} + A_{3,k} = Y_k;$$

alors pour l'équation

$$Y_1\,dx_1 + Y_2\,dx_2 + \ldots + Y_n\,dx_n = 0,$$

nous pouvons écrire les conditions correspondantes dans la forme

$$(k, l, r)(i, m, r) - (i, l, r)(k, m, r) + (l, m, r)(i, k, r) = 0, \tag{6}$$

où le symbole $(\rho, \sigma, \tau)$ exprime

$$(\rho, \sigma, \tau) = Y_\rho\left(\frac{\partial Y_\sigma}{\partial x_\tau} - \frac{\partial Y_\tau}{\partial x_\sigma}\right) + Y_\sigma\left(\frac{\partial Y_\tau}{\partial x_\rho} - \frac{\partial Y_\rho}{\partial x_\tau}\right) + Y_\tau\left(\frac{\partial Y_\rho}{\partial x_\sigma} - \frac{\partial Y_\sigma}{\partial x_\rho}\right).$$

» De cette manière, à l'aide des équations (4) et (6), nous formerons

le système que voici :

$$
(7)\quad \left\{\begin{array}{l}
A_{1,i}Q_{k,l} + A_{1,k}Q_{l,i} + A_{1,l}Q_{i,k} = 0,\\
A_{1,i}Q_{k,m} + A_{1,k}Q_{m,i} + A_{1,m}Q_{i,k} = 0,\\
A_{1,i}Q_{k,r} + A_{1,k}Q_{r,i} + A_{1,r}Q_{i,k} = 0,\\
A_{1,i}Q_{k,s} + A_{1,k}Q_{s,i} + A_{1,s}Q_{i,k} = 0,\\
A_{1,i}Q_{l,m} + A_{1,l}Q_{m,i} + A_{1,m}Q_{i,l} = 0,\\
A_{1,i}Q_{l,r} + A_{1,l}Q_{r,i} + A_{1,r}Q_{i,l} = 0,\\
A_{1,i}Q_{l,s} + A_{1,l}Q_{s,i} + A_{1,s}Q_{i,l} = 0,\\
A_{1,i}Q_{m,r} + A_{1,m}Q_{r,i} + A_{1,r}Q_{i,m} = 0,\\
A_{1,i}Q_{m,s} + A_{1,m}Q_{s,i} + A_{1,s}Q_{i,m} = 0,\\
A_{1,i}Q_{r,s} + A_{1,r}Q_{s,i} + A_{1,s}Q_{i,r} = 0,\\
(k,l,r)(i,m,r) - (i,l,r)(k,m,r) + (l,m,r)(i,k,r) = 0,\\
(k,l,s)(i,m,s) - (i,l,s)(k,m,s) + (l,m,s)(i,k,s) = 0,\\
(k,l,s)(i,r,s) - (i,l,s)(k,r,s) + (l,r,s)(i,k,s) = 0,\\
(k,m,s)(i,r,s) - (i,m,s)(k,r,s) + (m,r,s)(i,k,s) = 0,\\
(l,m,s)(i,r,s) - (i,m,s)(l,r,s) + (m,r,s)(i,l,s) = 0,\\
(l,m,s)(k,r,s) - (k,m,s)(l,r,s) + (m,r,s)(k,l,s) = 0,
\end{array}\right.
$$

dans lequel, pour abréger, nous écrirons

$$Q_{a,b} = \frac{\partial A_{1,a}}{\partial x_b} - \frac{\partial A_{1,b}}{\partial x_a} \qquad (a, b = i, k, l, m, r, s).$$

» En mettant $\alpha X_j - A_{1,j}$ au lieu de $Y_j$ dans les symboles des six équations finales du système (7), il viendra

$$(\rho, \sigma, \tau) = \alpha^2(\rho, \sigma, \tau) - \alpha X_\rho Q_{\sigma,\tau} - \alpha X_\sigma Q_{\tau,\rho} - \alpha X_\tau Q_{\rho,\sigma} - A_{1,\rho}\left(\frac{\partial \alpha X_\sigma}{\partial x_\tau} - \frac{\partial \alpha X_\tau}{\partial x_\sigma}\right)$$
$$- A_{1,\sigma}\left(\frac{\partial \alpha X_\tau}{\partial x_\rho} - \frac{\partial \alpha X_\rho}{\partial x_\tau}\right) - A_{1,\tau}\left(\frac{\partial \alpha X_\rho}{\partial x_\sigma} - \frac{\partial \alpha X_\sigma}{\partial x_\rho}\right),$$

où le symbole $(\rho, \sigma, \tau)$ désigne

$$(8)\quad (\rho, \sigma, \tau) = X_\rho\left(\frac{\partial X_\sigma}{\partial x_\tau} - \frac{\partial X_\tau}{\partial x_\sigma}\right) + X_\sigma\left(\frac{\partial X_\tau}{\partial x_\rho} - \frac{\partial X_\rho}{\partial x_\tau}\right) + X_\tau\left(\frac{\partial X_\rho}{\partial x_\sigma} - \frac{\partial X_\sigma}{\partial x_\rho}\right).$$

» Si l'on éliminait toutes les quantités Q entre le système (7), après

l'avoir simplifié et abrégé, on aurait pour résultat une équation

$$\begin{aligned}
&[(l,m,s)(k,r,s)-(k,m,s)(l,r,s)+(m,r,s)(k,l,s)]A_{1,i}\\
&-[(l,m,s)(i,r,s)-(i,m,s)(l,r,s)+(m,r,s)(i,l,s)]A_{1,k}\\
&+[(k,m,s)(i,r,s)-(i,m,s)(k,r,s)+(m,r,s)(i,k,s)]A_{1,l}\\
&-[(k,l,s)(i,r,s)-(i,l,s)(k,r,s)+(l,r,s)(i,k,s)]A_{1,m}\\
&+[(k,l,s)(i,m,s)-(i,l,s)(k,m,s)+(l,m,s)(i,k,s)]A_{1,r}\\
&-[(k,l,r)(i,m,r)-(i,l,r)(k,m,r)+(l,m,r)(i,k,r)]A_{1,s}=0.
\end{aligned}$$

» En changeant les indices, nous écrirons sept équations semblables, et notamment : pour l'équation deuxième, nous mettrons $t$ à la place de $s$, ou emploierons la substitution $\left\{\begin{matrix} t \\ s \end{matrix}\right\}$; pour la troisième, nous emploierons la substitution $\left\{\begin{matrix} t,s \\ s,r \end{matrix}\right\}$; pour la quatrième $\left\{\begin{matrix} t,s,r \\ s,r,m \end{matrix}\right\}$; pour la cinquième $\left\{\begin{matrix} t,s,r,m \\ s,r,m,l \end{matrix}\right\}$; pour la sixième $\left\{\begin{matrix} t,s,r,m,l \\ s,r,m,l,k \end{matrix}\right\}$; enfin, pour la septième $\left\{\begin{matrix} t,s,r,m,l,k \\ s,r,m,l,k,i \end{matrix}\right\}$.

» Le déterminant du système ci-dessus des sept équations sera égal à zéro, comme gauche symétrique de degré impair et, par conséquent, nous aurons

$$A_{1,i}:A_{1,k}:A_{1,l}:A_{1,m}:A_{1,r}:A_{1,s}:A_{1,t}=W_1:W_2:W_3:W_4:W_5:W_6:W_7,$$

où $W_s$ désigne les déterminants mineurs du déterminant susmentionné. Parce que l'on peut déduire le même système et pour les coefficients $A_{2,k}$, de même que pour $A_{3,k}$, il résulte facilement la conclusion que les déterminants mineurs $W_s$ doivent être égaux à zéro. Les déterminants $W_s$ ont un facteur commun et représentent une seule condition d'intégrabilité dans la forme de la fonction du Pfaff :

$$(9)\left\{\begin{aligned}
&(k,l,m,r,t)[(i,l,m,s,t)(i,k,r,s,t)-(i,k,m,s,t)(i,l,r,s,t)\\
&\qquad+(i,k,l,s,t)(i,m,r,s,t)]\\
&-(i,l,m,r,t)[(k,l,m,s,t)(i,k,r,s,t)-(i,k,m,s,t)(k,l,r,s,t)\\
&\qquad+(i,k,l,s,t)(k,m,r,s,t)]\\
&+(i,k,m,r,t)[(k,l,m,s,t)(i,l,r,s,t)-(i,l,m,s,t)(k,l,r,s,t)\\
&\qquad+(i,k,l,s,t)(l,m,r,s,t)]\\
&-(i,k,l,r,t)[(k,l,m,s,t)(i,m,r,s,t)-(i,l,m,s,t)(k,m,r,s,t)\\
&\qquad+(i,k,m,s,t)(l,m,r,s,t)]\\
&+(i,k,l,m,t)[(k,l,r,s,t)(i,m,r,s,t)-(i,l,r,s,t)(k,m,r,s,t)\\
&\qquad+(i,k,r,s,t)(l,m,r,s,t)]=0,
\end{aligned}\right.$$

où, pour abréger, nous avons employé la désignation :

$$(\rho, \sigma, \tau, \xi, \varphi) = (\sigma, \tau, \varphi)(\rho, \xi, \varphi) - (\rho, \tau, \varphi)(\sigma, \xi, \varphi) + (\tau, \xi, \varphi)(\rho, \sigma, \varphi).$$

» La valeur du symbole $(a, b, c)$ est (8).

» Des conditions telles que (9) on peut écrire autant qu'il y a de combinaisons par sept des nombres $1, 2, \ldots, n$.

» Selon la méthode semblable, on peut ainsi trouver les conditions d'intégrabilité, quand dans l'équation (2) $n \geqq 9$ et le nombre d'intégrales est quatre. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur une autre détermination du cercle dérivé de sept droites, et sur quelques-unes de ses applications.* Note de M. **Paul Serret**.

« 1. On a vu déjà que la seule définition analytique des cercles ou des sphères $\Sigma_1^N l_1 T_1^n = 0$, dérivés d'une enveloppe de classe $n$, implique intuitivement l'existence d'une sphère ou d'un cercle fixes, concentriques à l'enveloppe considérée et orthogonaux à tous les précédents.

» Que si l'on ajoute cette autre notion, également intuitive, de l'existence d'un cercle ou d'une sphère déterminés, définis par l'équation $\Sigma_1^\nu l_1 T_1^n = 0$, où $\nu$ a pour valeur $N - 2$ ou $N - 3$, on en conclut, sans autre démonstration, que « le lieu du centre des enveloppes de classe $n$, inscrites » à un groupe tangentiel de $\nu$ éléments, et dont le cercle directeur ou la » sphère directrice ont un rayon donné R, n'est autre que le cercle ou la » sphère définis par la double équation

$$0 = \Sigma_1^\nu l_1 T_1^n - R^2 \equiv (x - \alpha)^2 + \ldots - \rho^2 \text{ ».}$$

C'est, comme on le voit, le théorème de Steiner sur « le lieu du centre » des coniques, inscrites à un triangle, et dont les carrés des axes principaux conservent une somme constante », étendu intuitivement aux enveloppes, planes ou solides, de toutes les classes.

» 2. On trouve une autre application des cercles dérivés, et d'autres analogies tout aussi générales, en considérant, avec la série des paraboles $(P_n)$ de classe $n$, inscrites à un groupe donné de $N - 2$ droites, la série correspondante des paraboles du second degré $(P_2)$, « coniques polaires » de la droite de l'infini, $Z = 1$, par rapport à celles-là. En effet, on reconnaît aussitôt que les directrices des paraboles $(P_2)$ concourent en un même

point, qui n'est autre que le centre du cercle

(A) $$o = \Sigma_1^{N-2} l_1 T_1^n \equiv X^2 + Y^2 - R^2$$

dérivé des N — 2 droites données; d'autre part, que le lieu du foyer des mêmes paraboles est un cercle : le cercle lieu du centre des hyperboles équilatères comprises, en nombre infini, dans la double équation

(B) $$o = \Sigma_1^{N-2} l_1 T_1^n \equiv X_1 Y_1 + \lambda X_2 Y_2 - K^2 \equiv XY - K^2,$$

où $\widehat{X_1 Y_1}$, $\widehat{X_2 Y_2}$ désignent deux angles droits, ayant pour sommet commun l'un des foyers considérés, et orientés arbitrairement autour de ce foyer.

» D'où il suit que, pour une parabole déterminée $P'_n$, définie par N — 1 tangentes, le foyer et la directrice de la « parabole polaire », $P'_2$ se pourront définir, *a priori :* la directrice, par N — 1 de ses points; le foyer, par autant de cercles se croisant en ce foyer. Et l'on saura construire ces cercles, ou déterminer ces points de position, tout au moins pour $n = 3$. Tous ces résultats sont d'ailleurs en évidence dans les identités ci-dessus (A) ou (B), rendues homogènes de la façon accoutumée.

» 3. Dans le problème précédent, c'est le centre du cercle dérivé de sept droites qui aura seul à intervenir dans les constructions finales; comme il arrive d'ailleurs dans plusieurs autres cas. Le rayon du cercle devenu alors inutile, c'est l'indication que l'on doit pouvoir en déterminer le centre, séparément et autrement, par une voie qui nous mènera ensuite plus aisément là où nous voulions arriver.

» Or, si l'équation initiale

(1) $$o = \Sigma_1^{N-2} l_1 T_1^n \equiv X^2 + Y^2 - R^2 \quad \text{ou ici} \quad o = \Sigma_1^7 l_1 T_1^3 \equiv X^2 + Y^2 - R^2$$

ne nous fournit aucun renseignement sur la position du centre cherché $o = X = Y$; d'autre part, il résulte immédiatement de notre analyse que la forme consécutive

(1′) $$\left\{\begin{array}{l} o = \Sigma_1^{N'-1} l'_1 T'^{n-1}_1 + \text{const.} \equiv X^2 + Y^2 - R^2 \\ \text{ou} \\ o = \Sigma_1^4 l'_1 T'^2_1 \quad + \text{const.} \equiv X^2 + Y^2 - R^2 \end{array}\right.$$

représenterait un cercle ayant son centre sur une droite déterminée, que l'on saurait construire, si l'on savait construire le cercle déterminé compris dans l'équation

$$\Sigma_1^{N'-2} l'_1 T_1^{n-1} = o, \qquad \Sigma_1^3 l'_1 L_1^2 = o.$$

D'où il suit que le problème général de la détermination du centre serait

abaissé d'un degré, si l'on savait réduire la forme (1) en la forme (1'); et, en particulier, que le centre du cercle dérivé de sept droites sera connu, dès que nous aurons pu remplacer, au moins de deux manières différentes, la somme des sept cubes qui composent l'équation de ce cercle, par une somme de quatre carrés, ou de quatre carrés plus une constante.

» Or, cette réduction est possible, en effet; et l'on peut la réaliser géométriquement, de 35 manières différentes, à l'aide des considérations qui suivent, fondées, d'une part, sur la notion antérieure ([1]) de la « conique » dérivée cubiquement de cinq droites » ou définie par une équation de la forme $o = \Sigma_1^5 l_1 T_1^3 \equiv A x^2 + 2 B x y + \ldots$; d'autre part, sur l'identité évidente du cercle unique et déterminé, dérivé de sept droites, et du cercle, pareillement unique et déterminé, dérivé *linéairement* de trois de ces 21 coniques, dérivées elles-mêmes des sept mêmes droites $T_1, T_2, \ldots, T_7$, prises cinq à cinq, de toutes les manières possibles.

» Pour le démontrer, séparons quatre quelconques des sept droites données, par exemple, les quatre dernières 4, 5, 6, 7; et pour n'avoir à employer que les seules propriétés descriptives de la conique dérivée de cinq droites, considérons spécialement les trois seules coniques

$$S_1 = o, \qquad S_2 = o, \qquad S_3 = o$$

dérivées, une à une, des pentagones

$$(\overline{1}\overline{4}\overline{5}\overline{6}\overline{7}), \quad (24567), \quad (34567);$$

et, parce qu'il a été établi, en premier lieu ([2]), que « la conique dérivée » des côtés d'un pentagone a pour centre le centre même de la conique » inscrite à ce pentagone » marquons d'abord, sur la médiane M du quadrilatère circonscrit commun $(\overline{4}\overline{5}\overline{6}\overline{7})$, les centres respectifs

$$c_1, \quad c_2, \quad c_3$$

de ces coniques *incidentes*, inscrites aux pentagones ci-dessus, ou les centres mêmes des coniques

$$S_1, \quad S_2, \quad S_3.$$

» Enfin, comme il a été établi, en second lieu, qu' «un groupe de cinq » droites étant donné, la médiane du quadrilatère résultant de quatre quelconques d'entre elles représente, pour la conique dérivée des cinq » droites, le diamètre des cordes parallèles à la cinquième », il s'ensuit

---

([1]) *Comptes rendus*, 24 août 1891, p. 326.
([2]) *Ibidem*.

que si, par les centres précédents $c_1, c_2, c_3$, nous menons des parallèles $T'_1$, $T'_2$, $T'_3$ aux droites $\overline{1}$, $\overline{2}$, $\overline{3}$, chacune des trois coniques dérivées $S_1$, $S_2$, $S_3$ se trouvant rapportée, dans les droites M et $T'_1$, M et $T'_2$, M et $T'_3$, à un système de diamètres conjugués, les fonctions correspondantes $S_1$, $S_2$, $S_3$ s'exprimeront linéairement en $M^2$ et $T'^2_1$, $M^2$ et $T'^2_2$, $M^2$ et $T'^2_3$. Ce qui entraîne, pour le cercle dérivé linéairement de nos trois courbes, ou pour le cercle cherché, une équation de la forme

$$(X) \qquad m M^2 + \Sigma_1^3 l_1 T'^2_1 + \text{const.} = 0.$$

» Supprimant la constante, l'équation

$$(X') \qquad m M^2 + \Sigma_1^3 l_1 T'^2_1 = 0$$

représente un cercle concentrique au cercle cherché. Or les cercles contenus dans la forme (X′) dépendant linéairement d'un paramètre unique, tous ces cercles se coupent dans les deux mêmes points, et leurs centres se trouvent distribués sur une même ligne droite. D'ailleurs, quatre points de cette droite se peuvent assigner *a priori*, qui sont les points de rencontre des hauteurs des quatre triangles auxquels donnent lieu les côtés du quadrilatère

$$\overline{M}\,\overline{T'_1}\,\overline{T'_2}\,\overline{T'_3},$$

pris trois à trois, ou les centres respectifs des cercles, conjugués à ces triangles, et compris dans la forme ci-dessus (X′), où l'on ferait alternativement $0 = m = l_1 = l_2 = l_3$.

» La droite résultante, ou la directrice de la parabole inscrite au quadrilatère $M T'_1 T'_2 T'_3$, fait donc un premier lieu du centre du cercle cherché. D'ailleurs, ce quadrilatère « résolvant » est susceptible de $\frac{7.6.3}{1.2.3}$ ou 35 déterminations distinctes, comme le quadrilatère initial ($\overline{4}\,\overline{5}\,\overline{6}\,\overline{7}$) qui l'a fourni. On aura donc en tout 35 droites se coupant au centre cherché. »

ENTOMOLOGIE. — *Sur les Diptères nuisibles aux Céréales, observés à la Station entomologique de Paris en* 1894. Note de M. **Paul Marchal** (¹).

« Parallèlement aux ravages qu'exerçait dans l'Ouest la *Cecidomya*

(¹) J'adresse ici mes remercîments à MM. Le Cler, président du Conseil général de la Vendée, Berthault de la Roche-sur-Yon, Larvaron de Poitiers, d'Encausse de la Haute-Garonne, Demazure du Gers, Muff du Tarn, qui m'ont procuré la plupart des documents et des matériaux que j'ai eus à ma disposition.

*destructor* Say, qui anéantit dans certains points la totalité de la récolte du blé, un Diptère du même genre dévastait les avoines du Poitou et de la Vendée. Lorsque l'insecte me fut signalé de Poitiers le 8 juin, sur des avoines d'hiver, on trouvait encore quelques individus à l'état de larves blanches; mais la plupart se présentaient déjà à l'état de pupes brunes (*puparia*) entièrement comparables à celles de la *Cecidomya destructor,* aux atteintes de laquelle l'avoine a pourtant été jusqu'ici considérée comme réfractaire. Si l'on vient, en effet, à ouvrir le puparium du Diptère en question pour examiner la larve qu'il contient, on constate que la similitude avec la *Cecidomya destructor* cesse d'exister, et que la larve offre d'une façon constante une spatule sternale hastiforme, terminée par une pointe impaire, tandis que celle bien connue de la Mouche de Hesse est en forme de fourchette. La multiplication de cette *Cécidomye de l'avoine* a d'emblée pris cette année un très grand développement et s'est étendue sur une surface considérable du Poitou et de la Vendée. J'ai trouvé jusqu'à 21 pupes au pied d'une même tige; la plante attaquée est renflée à sa base, en forme de bulbe, par le nombre des pupes qui s'y abritent; elle est arrêtée dans son développement, et se dessèche le plus souvent, après avoir à peine atteint quelques centimètres de hauteur. Les pupes sont logées au niveau du collet, du premier, du deuxième, ou plus rarement du troisième ou du quatrième nœud. Aucune Cécidomye n'ayant encore été signalée comme nuisible aux avoines, il y a lieu de penser que nous avons affaire à un nouveau parasite redoutable pour cette culture et sur lequel il importe d'attirer l'attention. Les éclosions nous apprendront s'il s'agit d'une espèce distincte, ou d'un cas curieux de dimorphisme larvaire déterminé chez la *Cecidomya destructor* par la plante nourricière. Quoi qu'il en soit à cet égard, il importe, pour entraver le développement de ce parasite, d'avoir recours aux mêmes mesures préventives que celles qui ont été préconisées contre la Mouche de Hesse.

» La *Cecidomya destructor* Say, dont M. le professeur Laboulbène a récemment entretenu l'Académie et sur laquelle M. le professeur Brocchi a présenté un rapport au Ministère, a ravagé les blés et les seigles, non seulement dans la Vendée, mais encore dans la Loire-Inférieure, dans la Charente, dans la Loire (Forez), dans le Gers, la Haute-Garonne et le Tarn. La Vendée a été le plus cruellement atteinte. On évalue à environ moitié le déficit pour le Bocage vendéen, c'est-à-dire pour les deux tiers du département. Il a été remarqué, dans le Gers et la Vendée, que les blés atteints par la Cécidomye émettent pendant l'été des drageons, qui restent verts

et s'élèvent à peine au-dessus de terre au moment de la moisson. Ils échappent ainsi à la faux du moissonneur et peuvent fournir un asile tout préparé pour la ponte de la seconde génération. Cette circonstance constitue une raison de plus pour appliquer la seule mesure rationnelle qui, avec l'ensemencement tardif, et, lorsque les circonstances le permettent, l'alternance des cultures, soit applicable contre la Mouche de Hesse, c'est-à-dire la destruction par le feu des chaumes qui restent sur pied après la moisson.

» La *Cecidomya* (*Diplosis*) *tritici* Kirb. a aussi exercé ses ravages dans la région vendéenne. Les épis de blé envoyés de la Roche-sur-Yon m'ont fourni de nombreux puparia transparents, renfermant la larve de la Cécidomye, qui se préparait à la nymphose à l'intérieur même des glumes. Ce fait montre que la larve, arrivée au terme de sa croissance, saute à terre moins souvent qu'on ne le suppose généralement; et il en résulte, au point de vue pratique, la nécessité de détruire ou de faire consommer rapidement la menue paille et les résidus du battage.

» Les céréales ont eu aussi cette année à souffrir, dans diverses régions, des attaques des Muscides [1].

» L'*Oscinis pusilla* Meig. est éclos en nombre vers la fin de juin, des avoines envoyées du Poitou et qui étaient attaquées en même temps par la Cécidomye mentionnée plus haut. La larve de cette Oscinie ronge la sommité des tiges et le panicule en voie de formation, puis se transforme en pupe entre les gaines foliaires.

» Les attaques des *Chlorops* paraissent avoir été assez localisées, et ces insectes que j'ai obtenus de l'ouest (Vendée) et du midi, semblent s'être, cette année, développés d'une façon sporadique, sans grand dommage pour l'agriculture.

» Enfin j'arrive à un Muscide, la *Camarota flavitarsis* Meig., dont l'évolution était inconnue et qui n'avait jamais jusqu'ici été considéré comme nuisible aux céréales. Cet insecte est éclos en nombre, à la fin de juillet et au commencement d'août, de blés envoyés de la Haute-Garonne (Laura-

---

(1) Il existe dans les auteurs une confusion extrême, au point de vue de l'identification de ces insectes, surtout lorsqu'il s'agit des Muscides de petite taille, encore si incomplètement décrits, auxquels nous avons affaire. M. Gazagnaire, secrétaire de la Société entomologique de France, qui depuis des années s'occupe presque exclusivement des Diptères, a bien voulu déterminer ceux dont il est question. Je l'en remercie vivement.

guais) et du Tarn. Les tiges atteintes par la *Camarota* sont arrêtées dans leur croissance, ne dépassant guère $30^{cm}$ de hauteur, et l'épi ne se développe pas. La larve, observée vers le 15 juin, attaque la partie terminale, correspondant à l'épi en voie de développement; elle détruit ainsi l'axe sur tout son parcours, de haut en bas, ne laissant derrière elle que des fibres brunes dissociées. Arrivée au premier nœud supérieur, ou s'arrêtant avant d'y parvenir pour se préparer à la nymphose, elle se retourne alors de façon que la mouche qui sortira par l'extrémité céphalique de la pupe ait le chemin libre devant elle. J'ai trouvé jusqu'à quatre et cinq pupes dans la même tige terminale, les unes occupant l'axe même de la plante, la plupart étant placées entre des gaines foliaires, plus ou moins extérieures. Lorsqu'il vient d'éclore, et avant même de déployer ses moignons alaires, l'insecte rampe entre les gaines foliaires, pour se dégager à leur extrémité supérieure. Aussi arrive-t-il parfois que ces gaines rétractées par la dessiccation sont serrées contre l'axe, de façon à fermer toute issue, et l'insecte meurt sans avoir pu gagner l'air libre.

» La larve se distingue de celle des *Chlorops* par les deux gros tubercules stigmatiques, situés à son extrémité postérieure, et qui, vus dorsalement, ont une forme très caractéristique, rappelant celle du fer d'une hache. La pupe conserve ce caractère; elle présente aussi à son extrémité antérieure deux petites cornes céphaliques, munies de plusieurs nodosités, analogues à celles des pupes d'Oscinies. L'insecte adulte de $2^{mm},5$, noir bleuâtre, avec la face blanche, le front fauve, l'extrémité des jambes et les tarses fauves, est remarquable par sa tête déprimée, sa face horizontale et ses ailes voûtées sur l'abdomen.

» Outre la *Camarota flavitarsis*, les blés de la Haute-Garonne et du Tarn m'ont donné, en assez grand nombre, une autre Mouche qui éclôt dans le courant de juin. Ce Diptère est un *Elachiptera*, présentant les caractères de l'*E. cornuta* Meig.

» On voit, par ce qui précède, que tous les Diptères nuisibles aux céréales sont encore loin d'être connus. Il nous importe pourtant d'être renseignés d'une façon précise sur les ennemis auxquels elles se trouvent exposées. Bien des cultures, dont on attribue le dépérissement à une maladie physiologique ou autre, peuvent n'avoir pour cause de leur déchéance que la présence d'un insecte encore ignoré ou mal étudié, dont il conviendrait de connaître l'évolution biologique, pour être en mesure de faire face à la marche envahissante du fléau. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la chute des bolides et aérolithes tombés dernièrement en Grèce.* Note de M. C. Maltézos, présentée par M. A. Cornu.

« Pendant ces derniers temps (juillet-août), une quantité notable de bolides et aérolithes est tombée en Grèce ; leur chute a été accompagnée de phénomènes curieux, dont quelques-uns rares, et dont je vais décrire les principaux.

» Le 20 août, en descendant par le chemin de fer d'Athènes à Phalère vers $8^h 40^m$ du soir, j'ai vu un bolide présentant l'aspect d'un globe blanc, assez volumineux, entouré d'une atmosphère verdâtre. Sa vitesse m'a paru insignifiante. Après quelques instants, il a été caché à ma vue par le mont Pentélique.

» Je passe tous les autres bolides, pour décrire les phénomènes remarquables observés le 19 juillet dernier. Ces phénomènes ont été rapportés par des journaux quotidiens grecs, et une partie m'en a été confirmée par des témoins oculaires. Voici les faits :

» Le 19 juillet, les habitants de Boiai (Βοιαί) ont vu *en plein midi* un bolide, descendant avec une grande vitesse, d'après eux; ce bolide *s'est soudain arrêté, et il est resté suspendu dans l'atmosphère*, en laissant derrière lui une ligne brillante accompagnée par de la fumée. Après cinq minutes de suspension, juste à midi $12^m$, un bruit épouvantable a été entendu, et le bolide s'est dirigé vers le plus haut sommet du mont Crithen, et, en continuant sa marche, est tombé dans la mer avec un nouveau bruit [1].

» Le même jour, et presque à la même heure, a été signalée la chute de bolides et aérolithes en différents points de la Crète (Candie).

» Un nuage noir, isolé, ayant fait explosion, on a vu un corps lumineux, ayant la forme d'un cône renversé, qui, se mouvant du sud-est vers le nord-ouest, est tombé dans la mer, près Héracléion.

» Le plus curieux est l'analogie frappante avec la chute du météore de l'Aigle décrite par Biot. C'est la même provenance apparente (nuage noir, isolé); c'est la même direction.

» Un peu plus tard, d'après ce qu'a écrit le sous-préfet de Selinos (Crète), s'est produit la chute de deux aérolithes et d'un bolide, dans son district. Tous les trois venaient de l'est; l'un d'eux est tombé sur le sol, sans rien de particulier; le deuxième, ayant la forme et la grosseur apparente d'un vase étrusque, est tombé, au-dessus du village Sarakina-Gregoriana, près de la partie nommée *Sternes* (*Réservoirs*), sur un

---

[1] Ce qu'il y a ici de rare, et peut-être d'exagéré, c'est l'arrêt brusque du bolide et sa suspension pendant cinq minutes.

bloc de pierre qu'il a mis en morceaux. Cet effet de l'aérolithe, de briser des blocs de pierres, a été signalé aussi dans une autre chute ultérieure.

» Enfin le bolide, ayant une longueur apparente de $2^m$, a passé tout près de la maison préfectorale, est descendu jusqu'à un certain point, presque jusqu'au sol, au-dessus des terrains nommés *Constantin;* puis, *changeant de direction et se mouvant très vite parallèlement au sol, il a disparu vers le nord-ouest.*

» La chute de ces météores, tombant le même jour et presque à la même heure (midi), dans une étendue comprenant la Crète et la partie sud-est du Péloponèse, prouve qu'ils ont une provenance commune [1].

» Si, dans ces descriptions, les faits n'ont pas été exagérés, il y aurait trois phénomènes obscurs : le premier, c'est la nature du nuage d'où a paru venir l'aérolithe de Héracléion; le deuxième, est l'arrêt brusque du météore de Boiai et sa suspension pendant cinq minutes; enfin le troisième, de la même catégorie, est le changement de direction du bolide Selinos et son mouvement parallèle au sol. »

A 3 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures.

J. B.

---

## BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

### Ouvrages reçus dans la séance du 10 septembre 1894.

*Bulletin astronomique,* publié sous les auspices de l'Observatoire de Paris, par M. F. Tisserand, Membre de l'Institut, avec la collaboration de MM. G. Bigourdan, O. Callandreau et R. Radau. Tome XI. Septembre 1894. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1894; 1 fasc. in-8°.

*Journal de Mathématiques pures et appliquées,* publié de 1875 à 1884 par H. Resal. Quatrième série publiée par Camille Jordan, avec la collabo-

(1) Peut-être étaient-ce les morceaux d'un même bolide qui aurait fait explosion plus haut dans l'atmosphère et qui n'aurait pas été visible à cause du jour.

ration de MM. Lévy, A. Mannheim, E. Picard, H. Poincaré, H. Resal. Tome X. Année 1894; fasc. n° 2. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 fasc. in-4°.

*Leçons cliniques sur les ténias de l'homme*, par L.-I.-B. Béranger-Féraud, membre correspondant de l'Académie de Médecine. Paris, O. Doin, 1894; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

*Dispensaire Furtado-Heine. Statistique décennale :* 1884-1894. Paris, imp. Chaix, 1894; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

*De la précision dans les Sciences expérimentales*, par C. Decharme. Amiens, Ivert et Tellier, 1894; 1 vol. in-8°.

*Détermination des vitesses des projectiles au moyen des phénomènes sonores*, par le capitaine Gossot, de l'Artillerie de la Marine. Paris, Berger-Levrault et Cie, 1891; 1 vol. in-8°.

*L'Astronomie*. Revue mensuelle d'Astronomie populaire, de Météorologie, de Physique du globe et de Photographie céleste, publiée par Camille Flammarion. N° 9. Septembre 1894. Paris; 1 fasc. in-8°.

*Bulletin de l'Académie royale de Médecine de Belgique*. IVe série. T. VIII, n° 7, année 1894. Bruxelles, F. Hayez, 1894; 1 vol. in-8.

*Bulletin de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg*. Nouvelle série IV (XXXVI), nos 1 et 2. Mars 1894; 2 vol. in-4°.

*Congrès géologique international. Compte rendu de la 5e session, Washington*, 1891. Washington, 1893; 1 vol. in-4°.

*Archives italiennes de Biologie*, sous la direction de A. Mosso, professeur de Physiologie à l'Université de Turin. Tome XXI. Fasc. III. Turin, Hermann Loescher, 1894; 1 vol. in-8°.

*Proceedings and Transactions of the royal Society of Canada for the year* 1893. Volume XI. Ottawa, 1893; 1 vol. in-4°.

*Annali dell' Ufficio centrale meteorologico e geodinamico italiano*. Serie seconda. Vol. XV. Parte I, 1893. Roma, 1894; 1 vol. in-4°.

---

## ERRATA.

(Séance du 27 août 1894.)

Note de M. *Paul Vernier*, sur la transformation des équations canoniques du problème des trois corps :

Page 453, ligne 17, *au lieu de* par les formules, *lisez* par la formule.

Même page, ligne 21, *après* annulées, *ajouter* seront écartées.

Même page, *ajouter* avant la remarque I :

« On voit donc qu'il est toujours possible d'obtenir plusieurs systèmes canoniques de huit équations réduisant par conséquent à sept le nombre des intégrations. Les considérations précédentes donnent d'ailleurs le moyen de résoudre cette question. »

Page 454, ligne 3, *au lieu de* $y_i = r_i \cos\alpha_i \cos\beta_i$, *lisez* $y_i = r_i \cos\alpha_i \sin\beta_i$.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

---

### SÉANCE DU LUNDI 17 SEPTEMBRE 1894,

PRÉSIDENCE DE M. LŒWY.

---

### MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la mort de M. *Hermann von Helmholtz*, Associé étranger, décédé à Charlottenburg le 8 septembre 1894, dans sa soixante-treizième année.

GÉOLOGIE. — *Les Académies réunies représentées à la session de l'Association géodésique internationale à Inspruck*. Note de M. **H. Faye**.

« Je n'ai qu'un mot à dire à l'Académie pour lui rendre compte de la mission dont elle m'a chargé à Inspruck. Les délégués anglais et ceux des Académies de Munich, de Vienne, de Leipzig et de Gœttingue ont été parfaitement accueillis par l'Association géodésique internationale ; il a été convenu qu'à l'occasion du renouvellement de nos conventions en octobre

1895, c'est-à-dire l'an prochain, entière satisfaction sera donnée aux représentants de la Géologie. A cet effet, on désignera probablement un certain nombre de ces savants pour faire partie de la Commission permanente de notre Association, afin de leur donner une part dans les délibérations des Géodésiens et assurer ainsi aux études de la Pesanteur et du Magnétisme terrestre le rôle qui leur convient. »

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Sarrat** adresse une nouvelle démonstration du théorème de Fermat.

(Renvoi à l'examen de M. Darboux.)

M. **Ed. Schneider** adresse, de Constantinople, un Mémoire relatif au « Tonnerre en boule ».

(Commissaires : MM. Mascart, Lippmann.)

## CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Les étoiles filantes observées en Italie au mois d'août* 1894. Note du P. **François Denza**, présentée par M. Lœwy.

« Le retour périodique des étoiles tombantes du mois d'août a été observé en vingt-six différentes stations d'Italie, depuis la Vénétie jusqu'au fond de la Sicile. L'éclat de la Lune et le mauvais temps ont eu pour effet d'empêcher de faire de bonnes observations en plusieurs stations. Néanmoins on a mis partout la plus grande attention pour saisir le phénomène, et l'on a assez bien réussi dans plusieurs de ces stations.

» Les observations, commencées la nuit du 9 au 10 du mois, se sont continuées jusqu'à celle du 12-13. Dans quelques stations on ne les a commencées qu'après minuit pour éviter, autant que possible, le trop grand éclat de la Lune.

» Nous donnons ci-après le nombre des météores observés chaque soir dans chaque station, en le réduisant, comme à l'ordinaire, à quatre observateurs par station.

» Nous supprimons les deux stations, d'*Altane* dans la Ligurie et de *Montevergine* dans la province d'Avellino, où l'on n'a pas tenu un compte assez exact des météores observés.

» Nous avons distingué par des guillemets les nuits dans lesquelles le mauvais temps n'a pas permis de faire les observations.

| Noms des stations. | Nuits 9-10. | 10-11. | 11-12. | 12-13. | Totaux. |
|---|---|---|---|---|---|
| Oderzo | » | 48 | » | 60 | 108 |
| Aprica | » | 1140 | » | 700 | 1840 |
| Passivano (Brescia) | » | 24 | » | 8 | 32 |
| Induno-Olonna (Como) | » | 4 | 8 | » | 12 |
| Pavia | » | 70 | 55 | » | 125 |
| S. Giovanni Canavese | » | » | 8 | » | 8 |
| Camburzano | » | 72 | 388 | 208 | 668 |
| Montaldo-Torinese | » | 8 | » | 16 | 24 |
| Moncalieri | 32 | 159 | » | 112 | 303 |
| Volpeglino (Tortona) | 188 | 400 | » | 176 | 764 |
| Tortona | » | 227 | 44 | 20 | 291 |
| Brignano-Curone | » | 30 | » | 130 | 160 |
| Bargone | » | 20 | 28 | 16 | 64 |
| Pistoia | 106 | 120 | 76 | 38 | 340 |
| S. Giovanni in Galilea | 64 | 84 | 43 | » | 191 |
| Fiesole | 128 | 140 | 76 | » | 344 |
| Roma | 315 | 960 | 250 | » | 1525 |
| Montecojaro (Macerata) | 172 | 212 | 112 | 8 | 504 |
| Borgo-Gaeta | 200 | 424 | 808 | 488 | 1920 |
| Procida | 348 | 144 | 32 | » | 524 |
| S. Martino in Pensili | 124 | 248 | 140 | » | 512 |
| Taranto | 40 | 80 | 60 | 40 | 220 |
| Pelagonia | 56 | 460 | 340 | 316 | 1172 |
| Noto | 32 | 152 | » | » | 184 |
| Totaux | 1805 | 5226 | 2468 | 2336 | 11835 |

» De ce Tableau, il résulte avec évidence que le retour périodique des Perséides s'est vérifié comme d'habitude et que l'essaim de ces météores a été beaucoup plus abondant dans la nuit du 10 au 11 que dans les autres. En outre, il ne s'est produit aucun retard dans leur apparition, ainsi qu'il était arrivé en 1892. Elle n'a pas égalé celle de l'année dernière : mais, eu égard aux circonstances qui en ont contrarié l'observation, on peut affirmer qu'elle a été, en somme, bien abondante, surtout dans les stations plus méridionales et plus élevées, comme Aprica, Rome,

Borgo-Gaeta, Pelagonia. A Montevergine (1377$^m$ au-dessus du niveau de la mer), dans la nuit du 10 au 11, à 3$^h$30$^m$ après minuit, il y eut une vraie pluie de météores qui étonna les observateurs.

» Les météores avaient généralement un grand éclat, et leur point radiant prédominant, surtout la nuit du 10 au 11, sortait de Persée et de Cassiopée : à l'exception de quelques météores sporadiques, ils offraient tous les caractères des pluies ordinaires d'étoiles.

» Dans plusieurs stations, on a tracé sur les cartes du Ciel presque toutes les trajectoires de ces météores. L'examen des observations faites à l'observatoire du Vatican donne, comme résultat, que le point principal radiant des Perséides avait les coordonnées suivantes : $\alpha = 45°$, $\delta = 54°$. Ainsi que dans les autres années, il s'est montré d'autres radiants secondaires en Cassiopée, dans le Dragon et dans le Cygne.

» Il faut noter aussi que les Perséides se sont montrées dans d'autres nuits encore que celles de la période ordinaire. En effet, le 31 juillet, pendant que les astronomes du Vatican étaient occupés à leurs travaux photographiques, ils furent surpris par une pluie abondante de météores venant surtout du point habituel du Ciel, près de la constellation de Persée. C'est pourquoi on fit à Rome d'autres observations du phénomène dans d'autres nuits encore, soit pour en suivre mieux l'histoire, soit parce que l'on n'était pas gêné par l'éclat de la Lune : ces observations fournirent un résultat qui n'est pas à dédaigner. »

MÉCANIQUE. — *Sur des problèmes de Dynamique dont les équations différentielles admettent une transformation infinitésimale.* Note de M. P. STÄCKEL, transmise par M. Picard.

« Considérons un problème de Dynamique et soient $p_1, p_2, \ldots, p_n$ les variables indépendantes qui déterminent la position du système mobile. En supposant qu'il existe une fonction des forces $\Pi(p_1, p_2, \ldots, p_n)$, nous avons l'équation de la force vive

$$\frac{1}{2}\sum_{k,\lambda} a_{k\lambda}(p_1, \ldots, p_n)\frac{dp_k}{dt}\frac{dp_\lambda}{dt} = \Pi + h,$$

où $h$ désigne une constante arbitraire.

» Afin de pouvoir utiliser les méthodes de M. L. Lie pour l'intégration des équations différentielles de la Dynamique, j'ai été amené à chercher

les conditions dans lesquelles les $\infty^{2n-2}$ mouvements du système qui correspondent à une valeur déterminée, d'ailleurs arbitraire, de la constante $h$, admettent une transformation infinitésimale

$$P_f = \sum_\nu \xi_\nu(p_1, p_2, \ldots, p_n) \frac{\partial f}{\partial p_\nu},$$

dans laquelle les coefficients $\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_\nu$ sont indépendants de la constante $h$.

» Rejetant le cas où la fonction des forces $\Pi$ se réduit à une constante, qui exige une discussion spéciale, j'ai trouvé :

» 1° *Que la fonction* $\Pi(p_1, p_2, \ldots, p_n)$ *doit être un invariant de la transformation* $P_f$ ;

» 2° *Que cette transformation doit être conforme et relative à l'expression différentielle*

$$A = \sum_{k, \lambda} a_{k\lambda}\, dp_k\, dp_\lambda;$$

» 3° *Que les géodésiques de la variété dont le carré de l'élément linéaire est donné par* A, *admettent la transformation* $P_f$.

» Au mois de mai 1893, j'avais soumis ces résultats à M. Sophus Lie, qui voulut bien les présenter à la Société royale des Sciences de Leipzig. Mais il restait à résoudre une question importante; car, étant proposé un problème de Dynamique, on n'était pas encore en état de reconnaître s'il satisfaisait ou non aux conditions énoncées ci-dessus. J'ai réussi à combler cette lacune et je prends la liberté de communiquer à l'Académie la solution; elle est plus simple qu'on ne pouvait s'y attendre.

Une transformation infinitésimale $P_f$, qu'admettent les $n - 1$ équations différentielles entre $p_1, p_2, \ldots, p_n$, n'existe que quand on peut choisir les variables $p_1, p_2, \ldots, p_n$, de telle sorte que :

» 1° *La fonction des forces* $\Pi$ *dépende seulement de* $p_2, p_3, \ldots, p_n$;

» 2° *L'expression de la force vive se réduise à*

$$\frac{1}{2} e^{cp_1} \sum_{k, \lambda} b_{k\lambda}(p_2, p_3, \ldots, p_n) \frac{dp_k}{dt} \frac{dp_\lambda}{dt};$$

*c est une constante arbitraire et les coefficients* $b_{k\lambda}$ *dépendent seulement des arguments* $p_2, p_3, \ldots, p_n$.

» *Alors la transformation infinitésimale* $P_f$ *a la forme canonique*

$$P_f = \frac{\partial f}{\partial p_1}.$$

» *Ces conditions sont nécessaires et suffisantes.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations linéaires aux dérivées partielles du second ordre.* Note de M. **A. Petot**, présentée par M. Darboux.

« On sait que chaque solution particulière d'une équation harmonique donne naissance à une solution nouvelle; je vais montrer qu'il en est de même pour une équation quelconque de Laplace. Cela résulte de la relation suivante, qui existe entre une pareille équation et son adjointe :

» *Quand on connaît quatre solutions particulières d'une équation de la forme*

$$(1) \qquad \frac{d^2\lambda}{du\,dv} + a\frac{d\lambda}{du} + b\frac{d\lambda}{dv} + c\lambda = 0,$$

*on peut construire explicitement deux formules* A *et* B, *permettant de passer, en effectuant seulement des différentiations et des quadratures, de chaque solution particulière nouvelle* $\lambda$ *de cette équation à une solution* $\mu$ *de son adjointe; et inversement.*

» Comme on peut remplacer par $\lambda$ l'une quelconque des quatre solutions particulières $\lambda_1$, $\lambda_2$, $\lambda_3$, $\lambda_4$ d'où l'on est parti, et réciproquement, on obtiendra, en résumé, non pas seulement une solution de l'équation adjointe, mais bien cinq solutions de cette équation. De même, si l'on connaît les cinq solutions particulières $\lambda_1$, $\lambda_2$, $\lambda_3$, $\lambda_4$, $\mu$, on en déduira une cinquième de l'équation (1) et quatre nouvelles de son adjointe.

» Pour établir ce premier résultat, remarquons que les solutions $\lambda_1$, $\lambda_2$, $\lambda_3$, $\lambda_4$ sont les paramètres du plan tangent d'une certaine surface S, sur laquelle les lignes de coordonnées ($v$) et ($u$) sont conjuguées, et qu'en outre la cinquième solution particulière $\lambda$ permet de mener, par chaque point M de cette surface, une droite D telle que les développables de la congruence engendrée G correspondent au réseau $(u, v)$. Si l'on désigne par $\sigma$ l'une des nappes de la surface focale de G, on sait que la détermination des surfaces $\Sigma$, découpées suivant un réseau conjugué par les

développables de cette congruence, revient à l'intégration de l'équation linéaire $\alpha$, vérifiée par les quatre coordonnées homogènes de chaque point de $\sigma$. De même, la détermination des congruences H, formées de parallèles aux normales de $\sigma$, et dont les développables correspondent au réseau $(u, v)$, dépend de l'équation $\beta'$ adjointe à l'équation $\beta$, vérifiée par les paramètres du plan tangent à $\sigma$. Comme la surface connue S est l'une de celles désignées par $\Sigma$, on en déduit une solution particulière de l'équation $\alpha$, et par suite une solution de $\beta'$, qui donne une des congruences H. Pour chaque droite de cette congruence, l'un des plans focaux est perpendiculaire à la droite D correspondante; si donc on mène par le foyer $\varpi$, relatif au deuxième plan focal, une perpendiculaire $D_1$ au plan tangent à S, on obtient, comme je l'ai montré dans une Note antérieure, une congruence $G_1$ dont les développables correspondent aussi au réseau conjugué $(u, v)$ de S. La distance focale de cette dernière congruence est alors une solution particulière de l'équation adjointe à celle vérifiée par les cosinus directeurs de la normale à S; on en déduit une solution particulière de l'équation adjointe à la proposée (1), ce qui établit finalement la formule indiquée A. Les mêmes considérations, développées dans un ordre inverse, conduisent d'ailleurs à la formule B.

» Si maintenant on connaît quatre solutions particulières de l'équation (1), et autant de son adjointe, on peut construire les formules A et B, et deux formules analogues A′ et B′ où l'équation adjointe joue le rôle de la proposée. On passe alors d'une solution particulière $\lambda$ de l'équation (1) à une solution $\mu$ de son adjointe, à l'aide de la formule A; puis, de $\mu$ à une solution nouvelle $\lambda'$ de la proposée, à l'aide de la formule A′.

» On peut aussi remplacer dans les formules A et B une des quatre solutions particulières employées par une cinquième $\lambda_5$, ce qui donne deux nouvelles formules $A_1$ et $B_1$ analogues aux premières. Après être passé de $\lambda$ à $\mu$ à l'aide de la formule A, on doit, pour revenir à $\lambda$, employer B; si au contraire on emploie $B_1$, on obtient une solution $\lambda_1$ de l'équation (1), distincte de celle d'où l'on est parti.

» On a, en résumé, le théorème suivant :

» *Chaque solution particulière d'une équation de Laplace quelconque donne naissance à une solution nouvelle, celle-là à une troisième et ainsi de suite, par l'emploi répété d'une formule où interviennent seulement des différentiations et des quadratures. Pour que l'on puisse construire explicitement cette formule, il suffit que l'on connaisse cinq solutions particulières de l'équation proposée, ou encore quatre solutions de cette équation et une de son adjointe.*

» Quand l'équation (1) est relative au système conjugué formé par les lignes de courbure d'une surface, on a immédiatement cinq solutions particulières; il en est de même dans le cas des systèmes conjugués spéciaux qui interviennent dans l'étude de la déformation, car les congruences cycliques que l'on déduit d'un pareil système donnent une solution de l'adjointe. »

PHYSIQUE. — *Sur le mélange des liquides.* Note de M. **J. de Kowalski**, présentée par M. Lippmann.

« Van der Waals a développé une théorie de la miscibilité des liquides (*Zeitschrf. f. ph. Chemie,* t. V), d'après laquelle ils peuvent se mélanger sous une certaine pression, à condition que celle-ci soit assez grande. Les expériences que j'ai l'honneur de présenter dans cette Note ont été faites dans le but de vérifier jusqu'à quel point cette théorie est exacte.

» Je me suis servi, pour mes expériences, d'un compresseur à vis, joint à un petit réservoir. Ce dernier était muni de deux regards en quartz, qui pouvaient supporter une pression de $1000^{atm}$. La pression a été mesurée à l'aide d'un manomètre Bourdon.

» Mes premières expériences ont été faites avec un mélange composé de 9,5 pour 100 d'alcool isobutylique et de 90,5 pour 100 d'eau. Le mélange devenait homogène à la température de 18°. J'opérai à une température de 15°, en comprimant très lentement pour ne pas élever la température du liquide. Je suis parvenu à une pression supérieure à $1000^{atm}$, sans que les liquides se soient mélangés. J'ai obtenu le même résultat négatif avec un mélange composé de 10 pour 100 d'éther et 90 pour 100 d'eau, et un autre composé de 4 pour 100 d'aniline et 96 pour 100 d'eau.

» Il fallait donc augmenter la miscibilité des deux liquides. On aurait pu y parvenir en élevant la température à laquelle était faite l'expérience; mais, cette température étant très voisine de la température de miscibilité complète du mélange, on courait le danger d'atteindre cette température en comprimant le mélange. J'eus donc recours aux mélanges ternaires de M. Duclaux.

» Je préparai un mélange d'alcool éthylique, d'alcool isobutylique et d'eau, formant un liquide homogène au-dessus de 22°,4 et se divisant en deux liquides distincts à cette température. Les quantités composant le mélange étaient telles qu'un surplus d'alcool isobutylique ou d'eau ajoutée au mélange aurait diminué la température de séparation du liquide homogène en deux liquides distincts. Pour mieux voir le ménisque de séparation de deux liquides, j'ai ajouté une petite quantité d'une couleur

bleue, soluble dans les alcools et insoluble dans l'eau (cyanure). Comme on pouvait s'y attendre, la température de miscibilité complète s'était élevée par l'introduction de cette couleur, et elle atteignait 22°,7.

» J'ai alors soumis le mélange à la pression, en maintenant la température constante de 19°,5.

» En augmentant lentement la pression, on observe, à la pression d'environ $600^{atm}$, un aplatissement du ménisque qui augmente de plus en plus avec la pression. La coloration des deux parties du liquide s'égalise peu à peu. A une pression de $880^{atm}$ à $900^{atm}$, le ménisque disparaît complètement, et les deux liquides se mélangent.

» Pour vérifier encore que ce n'est pas la chaleur de compression qui est la cause de ce phénomène, j'ai maintenu pendant près d'une heure la pression de $910^{atm}$. Le mélange est resté homogène à la température de 19°,5; mais, en diminuant cette température d'un demi-degré, on l'a vu se diviser en deux parties distinctes. Le phénomène que j'ai observé alors ressemble beaucoup au phénomène de liquéfaction d'un gaz au-dessous de la température critique. Il se forme un petit nuage, et, après quelques instants, le ménisque apparaît distinctement.

» Enfin j'ai essayé de mélanger les liquides à la température de 19° en augmentant la pression.

» A une pression d'environ $1000^{atm}$, on ne remarquait encore aucun changement du ménisque; à une pression que j'évalue de $1400^{atm}$ à $1500^{atm}$, les regards en quartz furent brisés, mais les liquides restèrent séparés.

» Ces dernières expériences me font supposer, sans trancher définitivement la question, qu'il existe une température au-dessous de laquelle un mélange complet par compression est impossible. Cependant ces expériences confirment la théorie de M. van der Waals, aussi longtemps qu'il s'agit d'une température voisine de la température de miscibilité complète du mélange.

» Je me permets d'insister encore sur un point de méthode. M. Étard a étudié un procédé de détermination de la solubilité, en chauffant un mélange dans un tube fermé (*Comptes rendus*, t. XCVIII). On pourrait croire que la pression développée dans ces tubes pourrait être une cause d'erreur dans ces expériences; les expériences décrites dans cette Note montrent que l'influence de la pression est d'un ordre si faible, qu'on peut admettre en toute confiance les résultats des belles recherches de M. Étard [1]. »

---

(1) Mes expériences ont été effectuées en partie dans le laboratoire de Recherches physiques de M. Lippmann, avec des appareils appartenant à M. Amagat. Je suis heu-

BOTANIQUE. — *Sur la présence de* thylles gommeuses *dans la Vigne*. Note de M. Louis Mangin, présentée par M. Duchartre.

« La présence de la gomme dans la Vigne, signalée depuis bien longtemps, a attiré l'attention des viticulteurs à la suite des observations récentes de MM. Prillieux et Delacroix sur la *dégénérescence gommeuse* ou *gommose bacillaire* (1). Les recherches que je poursuis sur la formation de la gomme et des mucilages dans les végétaux m'ont amené à étudier, au même point de vue, la tige de la Vigne (2).

» Toutes les observations ont été faites sur des préparations où la gomme était coagulée et colorée. Les divers réactifs employés pour coaguler les mucilages ont été essayés successivement. L'acétate neutre de plomb, l'acétate de mercure proposé par M. Perrot, le chlorure de plomb, l'alun de potasse, de chrome, etc., gonflent plus ou moins la gomme et altèrent les relations de cette production avec les cellules formatrices. Seul, l'acétate tribasique de plomb a fourni de bons résultats.

» On procède de la manière suivante à la préparation des objets d'étude. Les coupes étant placées dans l'alcool sont transportées directement dans la solution d'extrait de Saturne; au bout de quelques minutes on les lave et on les plonge dans une solution aqueuse de *rouge de ruthénium*.

» Les coupes sont ensuite déshydratées au moyen de l'alcool et de l'essence de girofle, puis montées dans le baume à la benzine. On ne doit jamais employer, pour les préparations colorées au rouge de ruthénium, le baume au chloroforme, car il devient rapidement acide et décolore les coupes.

» En procédant ainsi, la gomme seule est colorée et l'on peut saisir les diverses phases de sa production.

» Considérons d'abord les Vignes saines. Un premier examen, effectué à un faible grossissement, sur des coupes orientées en divers sens, montre que certains vaisseaux présentent des thylles plus ou moins développées; que d'autres, bien plus nombreux, dépourvus de ces formations, sont ta-

---

reux de pouvoir les remercier ici, pour leur complaisance et leur bienveillant accueil.

(1) Prillieux et Delacroix, *La gommose bacillaire des Vignes* (*Comptes rendus*, juin 1894, t. CXVIII, p. 1430, et *Revue de Viticulture*, t. II, p. 5).

(2) M. Viala a bien voulu me fournir les matériaux de cette étude : Vignes saines de l'École de Montpellier et Vignes du Var atteintes de la gommose.

pissés d'un revêtement plus ou moins épais, souvent discontinu, de gomme semblable à celle des Amygdalées ; parfois même la gomme oblitère entièrement la cavité du vaisseau. On rencontre la gomme dans le bois jeune et dans le bois âgé, le plus souvent à l'état de mince revêtement.

» Ce résultat explique l'exsudation gommeuse si souvent observée, à la suite des blessures sur les tiges saines, par les vignerons. M. Viala, qui rappelait récemment ce fait ([1]) à propos de la gommose bacillaire, a trouvé sur des Vignes américaines des amas de gomme de la grosseur du poing ([2]).

» Quelle est l'origine de cette production? Sur une même coupe, on en peut suivre tous les stades. Dans l'état le plus jeune, quand les vaisseaux n'offrent pas trace de gomme, on aperçoit, dans les cellules annexes et tout contre la paroi qui les sépare de la cavité du vaisseau, un mince revêtement de gomme; ce revêtement s'épaissit peu à peu vers la cavité des cellules annexes en refoulant la masse protoplasmique, et bientôt la masse de gomme formée augmente suffisamment pour exercer, sur la paroi mince des ponctuations du vaisseau, une pression considérable : la paroi se déchire et, à travers la déchirure, la gomme s'échappe en s'étalant à la surface interne du vaisseau. Chaque cellule annexe couvrant, dans sa longueur, plusieurs ponctuations, il se produit à la fois plusieurs déchirures et les masses gommeuses, se fusionnant à la sortie des cellules formatrices, constituent, sur la paroi interne du vaisseau, autant d'amas arrondis qu'il y a de cellules annexes; peu à peu, à mesure que la sécrétion de la gomme augmente, les produits se fusionnent et forment un revêtement continu. La gomme coagulée et colorée n'est pas homogène; elle présente une structure finement granuleuse; l'existence de ces granulations, qui n'ont d'ailleurs rien de commun avec les bactéries, permet de voir très nettement l'écoulement de la gomme depuis les cellules annexes jusque dans la cavité des vaisseaux : en effet, sur des coupes longitudinales, on aperçoit, à partir des ponctuations, les files de granulations qui se déploient en éventail et se fusionnent peu à peu dans la masse commune.

» L'activité des cellules annexes est inégale et la gomme s'accumule soit sur une partie de la circonférence, soit sur une partie de la longueur du vaisseau; si la formation gommeuse est grande, ce dernier peut être entièrement rempli.

---

([1]) G. Foëx et P. Viala, *Maladies de la Vigne dans le Var* (*Revue de Viticulture*, t. II, p. 53.

([2]) P. Viala, *Une mission viticole en Amérique*, p. 295. Paris, G. Masson; 1889.

» Les cellules annexes des vaisseaux peuvent donc, dans la Vigne, manifester leur activité de deux façons : à la manière normale, en formant les thylles depuis longtemps connues, ou bien en produisant de la gomme; elles constituent alors ce que j'appellerai des *thylles gommeuses*. Dans ce dernier cas, la membrane, au lieu de s'agrandir et de faire hernie dans la cavité vasculaire, devient le siège d'une production de gomme abondante qui s'extravase dans les vaisseaux. En aucun cas, il n'existe de dégénérescence gommeuse : les fibres lignifiées et les parois des vaisseaux conservent leur structure normale; il n'existe pas non plus d'organismes étrangers, parasites ou saprophytes, dans la gomme ainsi produite.

» L'examen des sarments malades ([1]) révèle une particularité importante : à l'inverse de ce que l'on observe dans les Vignes saines, les thylles gommeuses sont plus rares; les thylles normales sont, au contraire, plus fréquentes, et, dans les vaisseaux des régions noires ou brunes, elles sont si abondantes, qu'elles forment, en se pressant les unes contre les autres, un véritable parenchyme à cellules polyédriques qui remplit toute la lumière du vaisseau; dans les espaces laissés entre les thylles, il existe de la gomme brune et des débris de masses protoplasmiques. Les échantillons que j'ai étudiés n'ont pas présenté de Bactéries, sauf au voisinage des parties blessées et manifestement exposées à toutes les contagions; je n'ai pas observé davantage la dégénérescence gommeuse du bois.

» On voit, par ces résultats, que l'existence de la *gommose bacillaire* devient problématique. Il faudrait, pour l'accepter, que MM. Prillieux et Delacroix eussent distingué nettement la production de gomme pathologique de la formation de gomme naturelle, et qu'ils eussent démontré *rigoureusement* que la présence des Bactéries a été la cause de la dégénérescence gommeuse. J'aurai occasion de montrer prochainement que, chez les végétaux producteurs de gomme, l'apparition des Bactéries et d'autres organismes a lieu après et non avant la formation de la gomme.

» La formation des thylles gommeuses n'est pas spéciale à la Vigne; je l'ai observée aussi dans le bois des Rosacées, dans la tige du Cacaoyer, dans l'*Acacia Vereck*, etc.

» Il reste à faire connaître l'époque et les conditions de l'apparition de ces productions : c'est ce que je me propose d'étudier maintenant. »

---

([1]) *Maladie du Var, chlorose, vignes malades dans les sols humides, greffes mal soudées*, etc.

VITICULTURE. — *Sur une maladie de la Vigne, déterminée par l'*Aureobasidium vitis. Note de M. **P. Eloste**.

« Une maladie dont on ignorait la cause, a été constatée l'année dernière, sur quelques points du vignoble de l'Hérault, notamment aux environs de Montpellier.

» Cette année, cette maladie s'est disséminée dans tout le département, et presque partout dans le Midi, avec une rapidité et une profusion inquiétantes.

» Sous son action, les feuilles perdent successivement la couleur verte, en commençant par celles du sommet des rameaux, pour passer par diverses nuances du rose et du rouge. Tout d'abord, la feuille se replie souvent en gouttière ou en volute, suivant le cépage, tout en conservant sa couleur verte, qui pâlit cependant bientôt sur les bords, et parfois par places un peu auréolées entre les nervures secondaires; peu après, le pourtour du limbe se teinte de rose et la feuille ne tarde pas à prendre une couleur rouge livide ou rouge vineux, plus ou moins foncée, suivant le cépage; enfin elle se dessèche et tombe.

» Peu après que les feuilles sont atteintes, la moelle prend une couleur jaunâtre. Sur les feuilles jeunes du sommet, les nervures sont parfois teintées de rose ou de rouge livide, comme le parenchyme; sur les feuilles adultes, les nervures, ainsi qu'une zone de chaque côté de ces dernières, restent vertes, comme dans la maladie de Californie, avec laquelle l'affection nouvelle a quelques autres points de ressemblance.

» Le plus souvent, les taches de couleur rouge livide ou rouge vineux qui se trouvent entre les nervures, sont continues; parfois cependant, elles sont discontinues et offrent quelque ressemblance avec les altérations que produit le Mildiou sur les feuilles du Petit-Bouschet, qui semblent avoir été, en quelque sorte, saupoudrées avec les spores du *Peronospora viticola;* mais elles s'en distinguent aisément par l'absence des fructifications de ce dernier.

» La *maladie rouge*, c'est ainsi qu'on commence à l'appeler ici, intéresse souvent à la fois les feuilles, les raisins et les vrilles. Je ne l'ai jamais rencontrée sur les rameaux.

» Si ces feuilles sont atteintes en avril ou dans la première quinzaine de mai, les raisins disparaissent totalement; si c'est vers la fin mai ou au

commencement de juin, la grappe reste, mais les grains tombent en tout ou en partie, et le raisin *milleraude* dans ce dernier cas. Enfin, si le mal se montre dans le courant de juillet ou vers la fin de juin, le raisin reste, mais il est enrayé dans son développement et il mûrit incomplètement. Le bois aoûte mal, l'extrémité des pousses reste herbacée, et, s'il survenait un hiver rigoureux, les souches fortement atteintes seraient frappées à mort.

» Même sans froid, les souches atteintes se rabougrissent au bout d'un an ou de deux ans et finissent par mourir. Dès que les pousses sont rabougries, les souches n'ont pas de radicelles, les racines meurent, offrant une écorce épaisse qui se sépare facilement du bois qui est noir et juteux.

» Tous nos cépages indigènes sont atteints, le carignan peut-être un peu plus que les autres.

» Quelques personnes avaient pensé qu'il s'agissait là d'un accident physiologique, dû à un trouble apporté dans la nutrition par la sécheresse ou par toute autre cause. Pour ma part, voyant les allures du mal, qui opère de proche en proche et se dissémine avec une extrême rapidité, je ne doutai point qu'il n'y eût là un parasite; je l'écrivis dès ma première constatation, le 29 juin 1893, et depuis lors j'ai constamment dirigé dans cette voie mes investigations, qui semblent enfin couronnées de succès.

» On trouve, dans les cellules des parties altérées des feuilles, le mycelium de l'*Aureobasidium Vitis*, bien caractérisé par le cloisonnement de ses filaments et par les sortes de nœuds, formant poche, qu'ils déterminent parfois en se retournant sur eux-mêmes.

» Il reste encore à trouver les fructifications du cryptogame et à faire la preuve directe de son parasitisme : l'étude sera continuée dans cette voie. La constatation de la présence du cryptogame dans les feuilles a été faite, le 9 septembre courant, au laboratoire de Viticulture de l'École d'Agriculture de Montpellier, par M. Mazade, préparateur, et par moi.

» L'invasion du Champignon paraît commencer par le pourtour de la feuille. Les sulfatages à la bouillie bordelaise sont sans effet contre lui; il en est de même du badigeonnage de la souche, au moment de la taille, au moyen du sulfate de fer. Ces deux opérations avaient été faites dans les meilleures conditions, sur certains des points les plus atteints.

» Il faudra donc chercher dans une autre voie. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Trombe observée en mer.* Note de M. **Génot**, présentée par M. Faye.

« Dans un voyage de Jersey au continent, par un beau temps et un soleil très chaud, avec peu de nuages, le capitaine Génot a fait les observations suivantes :

» A midi, des nuages orageux se formèrent dans la direction des îles Écrehou et des Dirouilles. La mer commençait à moutonner. Tout à coup on voit une pointe se former au-dessous de la couche de nuages. Cette saillie s'effile davantage et se prolonge jusqu'à sa rencontre avec la mer. A partir de ce moment, cette colonne prend rapidement une largeur uniforme et l'on remarque très nettement que ce prolongement de la trombe, là où elle atteint la mer, fait jaillir l'eau verticalement de tous côtés, tout autour de la trombe. Le phénomène est d'autant plus visible que le Soleil éclaire la surface de la mer de l'autre côté du nuage.

» C'est un spectacle superbe, mais qui ne dure qu'une douzaine de minutes ; puis l'on voit le phénomène s'effacer, en repassant par les deux phases précédemment décrites.

» Cette trombe se trouvait à environ $12^{km}$ de distance. Le nuage orageux d'où elle tombait prit ensuite une autre direction et se dissipa petit à petit. Ci-joint un fragment de Carte au $320000^e$, pour permettre de se faire une idée des points d'apparition.

» Cette relation, ajoute M. Faye, prouve manifestement que la trombe s'était formée en haut, dans le nuage, qu'elle en est descendue, qu'elle a atteint la surface de la mer et qu'elle s'est mise alors à travailler sur elle, puis qu'elle est remontée vers le nuage où elle a fini par disparaître.

» Ce phénomène est si fréquent pour les trombes et tornados, avec des mouvements répétés d'ascension et de descente pendant lesquels ils n'agissent nullement sur le sol, que je ne puis comprendre qu'on soutienne encore, surtout en Amérique où ces phénomènes sont bien plus fréquents et plus terribles qu'ailleurs, qu'ils sont produits par de l'air ascendant, et partent de la Terre vers les nuages. »

M. **Léopold Hugo** adresse une Note « Sur la classification philosophique et morphologique des figures adoptées dans les constructions en fer ».

M. **L. Capazza** adresse une Note sur un phénomène électrique, observé par M. Livrelli dans une ascension en ballon.

La séance est levée à 3 heures et demie. M. B.

## BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 17 septembre 1894.

*Cours de Géométrie de la Faculté des Sciences. Leçons sur la théorie générale des surfaces et les applications géométriques du Calcul infinitésimal*, par Gaston Darboux, Membre de l'Institut. Troisième Partie : *Lignes géodésiques et courbure géodésique. Paramètres différentiels. Déformation des surfaces.* Paris, Gauthier-Villars et fils, 1894; 3e fasc. in-8°.

*Nouvelles Annales de Mathématiques. Journal des candidats aux Écoles spéciales, à la Licence et à l'Agrégation*, rédigé par MM. Ch. Brisse et E. Rouché. Septembre 1894. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1894; 1 fasc. in-8°.

*Rapports naturels et Phylogénie des principales familles de Coléoptères*, par Constant Houlbert. (Extrait du *Bulletin des Sciences naturelles*. Tome IV.) Paris, L. Deyrolle, 1894; 1 vol. in-8°.

*Ministère de l'Agriculture. Bulletin. Documents officiels. Statistique. Rapports. Comptes rendus de Missions en France et à l'étranger.* Treizième année. N° 4. Paris, Imprimerie nationale, août 1894; 1 vol gr. in-8°.

*Recueil de Médecine vétérinaire.* VIIIe série. Tome I. N° 17. Paris, Asselin et Houzeau, 1894; 1 fasc. in-8°.

*Direction générale des Douanes. Tableau général des mouvements du cabotage pendant l'année* 1893. Paris, Imprimerie nationale, 1894; 1 vol. in-4°.

*Annales de la Société académique de Nantes et du département de la Loire-Inférieure*, 1894. Premier trimestre. Nantes, Mellinet et Cie; 1 vol. in-8°.

*Denkschriften der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften.* Sechzigster Band. Wien, 1893; 1 vol. in-4°.

*Informe acerca de la obra de « Tecnica anatomica » del* Dr Jose L. Yarini. Habaña, Miranda y Cia, 1894; 1 br. in-8°.

*Sociedad de Higiene de la Habaña. Los incendios, los bomberos y la Higiene. Trabajo leidò en la sesion celebrada el dia 5 de julio de* 1894, *por el vocal* Dr. D. Antonio de Gordon y de Acosta. Habaña, 1894; 1 fasc. in-8°.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

---

### SÉANCE DU LUNDI 24 SEPTEMBRE 1894,

PRÉSIDENCE DE M. LŒWY.

---

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **A. Milne-Edwards** présente à l'Académie le fascicule 7 de l'Ouvrage publié par le *Prince de Monaco* et intitulé « Résultats des campagnes scientifiques accomplies sur son yacht par Albert Ier, prince souverain de Monaco. »

Ce fascicule, rédigé par MM. Milne-Edwards et E.-L. Bouvier, comprend les descriptions des Crustacés Brachyures et Anomoures.

GÉODÉSIE. — *Géodésie et ses rapports avec la Géologie;* par M. **H. Faye**.

« Au sujet de l'importante accession des délégués des Sociétés royales de Gœttingue et de Leipzig, des Académies de Munich et de Vienne et des

délégués anglais qui sont venus conférer avec l'Association géodésique internationale, à Inspruck, sur la détermination de la pesanteur par le pendule, en se fondant sur les récentes opérations de M. le commandant Defforges et de M. le colonel von Sterneck, je me suis exprimé ainsi dans notre première réunion, et je demande à l'Académie la permission de reproduire ici mes paroles :

» Déjà les travaux des géodésiens navigateurs avaient montré que la pesanteur, plus faible sur les continents, était plus forte sur les îles, au milieu des mers, malgré la faible densité de l'eau qui y remplace les masses continentales. L'archidiacre de Calcutta, le révérend M. Pratt, avait déduit, des mesures géodésiques exécutées aux Indes, que l'attraction du globe est plus faible au-dessous des continents qu'au-dessous des mers; et il en avait conclu que la quantité de matière continentale est contre-balancée par un excédent sous-marin. Les belles opérations du pendule, exécutées par les officiers anglais aux Indes, avaient confirmé cette conclusion.

» Cependant la question semblait peu avancée, car on n'avait aucune raison de supposer que l'écorce terrestre dût être plus lourde sous les mers que sous les continents, lorsque les marins français de la frégate *la Vénus*, sous le commandement de du Petit-Thouars, reconnurent que la température du fond des mers ne dépasse pas 1° à 2° à la profondeur de $4000^m$, tandis qu'à cette même profondeur, la température des continents est de 133°.

» Des travaux plus récents ont montré qu'une température encore plus basse est atteinte à une profondeur presque double, c'est-à-dire à $7000^m$ ou $8000^m$. Dès lors, il fallait conclure que le refroidissement progressif de l'écorce terrestre, auquel est due son épaisseur actuelle, va plus vite sous les mers que sous les continents; par conséquent, sous les mers, l'épaisseur et la densité de cette croûte solide doivent être plus grandes dans le premier cas que dans le second. Et, comme cette action a dû se produire à toutes les époques, depuis que les eaux se sont déposées sur le globe, le sol des mers a dû s'enfoncer peu à peu dans le noyau fluide interne, tandis que les continents s'exhaussaient par suite d'une inévitable réaction hydrostatique.

» De là une notion nouvelle dans la théorie de la formation géologique de la croûte terrestre et du relief des continents au-dessus du niveau des mers, tandis que l'énormité de la masse du globe lui-même et la rapidité de sa rotation lui assurent à toutes les époques la forme d'un ellipsoïde de révolution légèrement aplati aux pôles. Cette notion nouvelle dispense

désormais les géologues des hypothèses si disparates qui supposent un refroidissement uniforme, des demi-cercles d'écrasement de M. Élie de Beaumont, de la singulière combinaison tétraédrique de M. Green, etc., et elle s'adapte approximativement à la loi connue de la pesanteur dès que l'on néglige la hauteur moyenne des continents au-dessus des mers et que l'on tient compte de l'excès de densité du soubassement des îles au-dessous de ce niveau.

» Mais il faut bien reconnaître que les géodésiens ne peuvent aller beaucoup plus loin sans recourir aux géologues. Ils en ont eu besoin jadis pour évaluer avec Playfair la densité du Shehallien compris entre les latitudes mesurées par Maskelyne ; ils en auront encore besoin pour tenir compte des accidents orogéniques, des plissements des couches, des cavités souterraines et des intercalations de matériaux d'une grande densité, invisibles à nos yeux, des phénomènes volcaniques surtout, causes qui toutes peuvent influer sur la pesanteur. N'oublions pas que M. de Humboldt qualifiait justement le pendule d'instrument géognostique. C'est ici, dans la capitale du Tyrol, à la vue de ces belles et puissantes montagnes qui exercent tant d'influence sur la gravité terrestre, que nous pourrons jeter les bases d'une entente entre les deux Sciences, en opérant *viribus unitis*, comme l'a dit si bien M. de Sterneck. »

BOTANIQUE. — *Truffe (Domalan) de Smyrne.* Note de M. A. Chatin.

« Un savant agronome, M. Zacharian, professeur à l'École d'Agriculture de Halcali San Stefano, à Constantinople, envoyé par son gouvernement en mission à Smyrne, rechercha, dans les vilayets voisins, les Truffes qui pouvaient s'y trouver. Ses recherches ayant été couronnées de succès, il m'adressa en mai dernier, de Smyrne, par la voie rapide de la poste autrichienne, des tubercules qui me parvinrent en état de complète fraîcheur.

» M. Zacharian accompagnait son colis d'une lettre dont j'extrais les détails suivants, qui ont leur intérêt :

» Les tubercules que je vous envoie ont été recueillis le 9 mai, et l'on pourrait en récolter jusqu'à la fin du mois; ils se trouvent à $2^{cm}$ ou $3^{cm}$ sous le sol, et on les appelle dans le pays *Domalan*, *Doliman*, et aussi *Tombalak* [1], mot qui signifie *potelé*.

---

[1] On remarquera l'analogie de ce nom avec celui de *Touboulane* donné à la Truffe dans le Caucase.

» On distingue le Domalan blanc, le jaune, le rose et le gris. On ramasse d'abord, en mars, le blanc; les tubercules en sont petits et peu recherchés. Au delà de mars et jusqu'à fin mai, on récolte successivement le jaune, le rose et le gris.

» Dans une même couche de terre, on trouve ces quatre catégories suivant l'époque.

» Il n'est pas douteux que toutes ces colorations ne répondent aux âges divers d'une même espèce botanique de tubercules. C'est ainsi que notre Truffe de Périgord (*Tuber melanosporum*) a généralement la chair parfaitement blanche en septembre-octobre, grise en octobre-novembre et souvent beaucoup plus tard, enfin d'un noir violet seulement en hiver.

» M. Zacharian ajoutait :

» La plante qui pousse partout où l'on trouve le Domalan est un Hélianthème, je pense. Dans le pays on l'appelle *Domalan-Ébési*. (Or, *Ébési* signifiant sage-femme, voudrait-on dire producteur ou accoucheur du Domalan?)

» La plante qui accompagnait les tubercules est bien en effet un Hélianthème, comme le pensait M. Zacharian. C'est l'*Helianthemum guttatum*, espèce méditerranéenne qui s'avance jusqu'aux environs de Paris, dans les sables des bois du Vésinet, de Boulogne, de Rambouillet et de Fontainebleau.

» Espèce annuelle qui naît, fleurit, fructifie et meurt dans la courte période de deux à trois mois, l'*Helianthemum guttatum*, qui abrite à peine le Domalan, semble devoir nourrir les tubercules au moins autant par les résidus des végétations antérieures que par ceux de leur vie actuelle.

» En tout cas, cet Hélianthème à existence éphémère ne paraît pas devoir être favorable à l'hypothèse du parasitisme de la Truffe; on comprend mieux qu'il alimente les tubercules par les excrétions actuelles, tant organiques que minérales, de ses racines, et par les produits, chaque année répétés, de sa décomposition, en même temps qu'il lui sert de léger abri.

» En même temps que le Domalan et sa nourrice, M. Zacharian avait recueilli et m'adressait une certaine quantité de terre de la truffière.

» Cette terre, que constitue un fin limon siliceux et est de faible couleur ocracée, renferme sur $100^{gr}$ $3^{gr}$ d'oxyde ferrique, $0^{gr},5$ seulement de chaux, $0^{gr},05$ d'acide phosphorique et $0^{gr},15$ d'azote. C'est, pour la chaux, le minimum trouvé dans les terfâsières, moins que le minimum que j'ai autrefois constaté dans une truffière du Dauphiné (à Tullins, mas de la Méarie) sur le diluvium alpin portant une châtaigneraie. Or, Châtaignier et Hélianthème étant silicicoles, tandis que Truffes et Terfâs sont calcicoles, on

est, à Symrne comme à Tullins, sur un de ces sols frontières où les espèces calcicoles et calcifuges peuvent coexister. Un peu plus de chaux, il n'y aurait ni Hélianthème ni Châtaignier; un peu plus de silice, Terfâs et Truffes en seraient exclus.

» En somme, la terre est la plus pauvre de celles des terfâsières jusqu'ici analysées.

» A quelle espèce botanique se rapporte le Domalan? Aux grands sporanges contenant de 5 à 8 spores d'un diamètre de $0^{mm},22$ à $0^{mm},26$, et surtout aux spores portant de gros tubercules coupés carrément au sommet, il est aisé de reconnaître le *Terfezia Leonis* Tul., espèce que j'avais déjà reconnue dans un envoi de tubercules que me fit, il y a deux ans, sur l'intervention bienveillante de M. Clavery, directeur des Consulats, le représentant de la France à Smyrne.

» De ce qui précède, trois points sont à relever. Ils sont relatifs :

» 1° A la relation qui existe entre les Truffes et les plantes nourricières; 2° à la question du parasitisme; 3° à la proportion *minima* de chaux dans la terre des truffières et terfâsières.

» Sur les relations entre les Truffes et les plantes nourricières, il est digne de remarque que le plus grand accord se rencontre chez les habitants de pays très divers, sur la réalité de rapports qui rattacheraient aux Tubéracées certaines plantes regardées comme leurs nourrices.

» En France, c'est le Chêne surtout qui est admis comme producteur de la Truffe de Périgord, ce qui a fait dire à de Gasparin : « Si vous voulez » des Truffes, plantez des Chênes ». En Tunisie, le Terfâs est toujours indiqué par le petit Hélianthème vivace désigné sous le nom d'*Artong-Terfâas,* ou racine du Terfâs; nous venons de dire que les habitants du vilayet de Smyrne nomment *Terfess-Ebesi,* accoucheuses du Terfess, l'*Helianthemum guttatum,* à la présence duquel est toujours liée celle de leur Truffe.

» L'hypothèse du parasitisme des Truffes, hypothèse dans laquelle les Truffes s'attacheraient intimement aux racines d'espèces végétales phanérogames pour en tirer directement leur nourriture, déjà contredite par cette observation qu'il n'y a aucune attache à aucun moment de leur existence autonome entre les Truffes de Périgord et les radicelles du Chêne, est absolument inadmissible pour le Terfâs de Smyrne, qui a pour abri une Cistacée dont l'existence est liée seulement à la période de maturation du tubercule, et sans que son existence, fragile et éphémère, paraisse en souffrir.

» Tout ramène donc à la nutrition des tubercules par les produits d'excrétion et de décomposition des nourrices.

» Les Truffes sont, dans leur généralité, plantes calcicoles. Toutefois j'ai fait connaître leur coexistence avec le Châtaignier, espèce calcifuge, sur du diluvium alpin contenant à peine $\frac{1}{1000}$ de chaux. Aujourd'hui je signale un fait de même ordre entre le Terfâs de Smyrne et l'*Helianthemum guttatum*, plante silicicole comme le Châtaignier. »

M. A. **Pomel**, en transmettant à l'Académie un exemplaire de sa « Monographie des Bœufs-Taureaux fossiles des terrains quaternaires de l'Algérie », accompagne cet envoi des remarques suivantes :

« Je fais connaître, dans ce travail, une grande partie des ossements d'une espèce qui atteignait la taille du *Bos primigenius*, mais qui en différait par de nombreux détails ostéologiques, surtout par la tête remarquable par la direction vers le bas en avant de ses chevilles osseuses. Ce caractère fait penser au bœuf opisthonome d'Hérodote; bien que l'absence de sa représentation parmi les dessins rupestres semble indiquer qu'à cette époque il avait déjà disparu de la Berbérie et aurait pu difficilement avoir été connu de l'historien grec, notre bœuf fossile a bien pu être l'ancêtre de celui d'Hérodote qui, de son temps, habitait encore peut-être quelque canton de la Libye orientale : j'ai cru pouvoir appliquer à cette espèce le nom de *Bos opisthonomus*.

» L'espèce vivante de Bœuf-Taureau, qui a reçu de M. Sanson le nom de *B. T. ibericus*, m'a paru être presque identique à une espèce quaternaire néolithique commune en Berbérie, où sa descendance constitue encore l'élément principal des populations bovines. Cette espèce est souvent figurée dans les dessins rupestres, dont je reproduis une série remarquable par la disposition procline des cornes qui paraît habituelle. Il semblerait donc que cette espèce pourrait avoir une origine mauritienne plutôt qu'ibérique.

» J'ai provisoirement distingué sous le nom de *Bos curvidens* une espèce connue seulement par une partie de sa dentition, et dont l'autonomie aurait besoin de confirmation à l'aide d'autres matériaux plus caractéristiques (¹). »

---

(¹) L'*Iconographie* comprend 19 Planches in-4° lithographiées.

## MÉMOIRES LUS.

PHYSIQUE. — *Recherches expérimentales sur l'influence des basses températures sur les phénomènes de phosphorescence.* Note de M. **Raoul Pictet.**

« Le but de ces recherches est de déterminer l'action spécifique d'un grand abaissement de température sur l'éclat de certains corps qui luisent dans l'obscurité après avoir été exposés aux rayons solaires, phénomènes compris sous le nom de *phosphorescence* et étudiés spécialement par Edm. Becquerel (1). Voici quelles ont été nos premières expériences :

» Nous avons pris des tubes de verre, pleins de poudre de sulfure de calcium, de sulfure de baryum, de sulfure de strontium, etc., tous corps jouissant à un fort degré de cette propriété caractéristique.

» Nous avons d'abord exposé ces tubes au soleil et avons constaté leur éclat dans l'obscurité, de manière à fixer par le souvenir la valeur moyenne de la chute progressive de la lumière émise; nous avons pris note du temps pendant lequel la lumière était vive, assez vive, puis faible.

» Cela fait, nous avons placé ces tubes au soleil pendant plus d'une minute, et les avons subitement introduits dans un cylindre de verre à double enveloppe, pleine de protoxyde d'azote à — 140°. Les tubes de verre pleins de poudre, longs de $12^{cm}$ et très minces, ont pris rapidement la température de l'enceinte. Au bout de cinq à six minutes, leur température devait être voisine de — 100°.

» Nous retirons les tubes de l'enceinte refroidie et, dans la plus parfaite obscurité d'une chambre noire, artificiellement faite par une caisse fermée par une tenture épaisse, nous constatons qu'*aucune lumière quelconque n'est perceptible* pour mes deux assistants ni pour moi.

» En laissant le tube se réchauffer de lui-même, nous voyons que le haut du tube, moins refroidi que le centre et le bas, à cause des supports, se colore progressivement et luit de plus en plus vivement. La coloration et la clarté s'accentuent en gagnant peu à peu tout le tube. Au bout de quatre à cinq minutes, le tube a repris son éclat normal, sans avoir été remis à la lumière extérieure, ni avoir reçu aucune influence appréciable quelconque de lumière diffuse.

» Ce résultat a été *général,* pour tous les tubes et avec toutes les substances phosphorescentes employées dans les cabinets de Physique.

» Après ces premières expériences qualitatives, démontrant la complète suppression de la phosphorescence à une température très basse, nous

(1) Voir *Annales de Chimie et de Physique,* 3e série, t. IV; 1859.

avons voulu fixer la limite de température pour l'*extinction* des lueurs visibles.

» J'ai refroidi de l'alcool dans une auge à — 75°, puis j'ai exposé au soleil les tubes pleins de poudre phosphorescente. Entrant rapidement dans la chambre noire, j'ai immergé les tubes dans l'alcool de l'auge, dont les faces étaient maintenues exemptes de givre par la friction fréquente d'une petite éponge imprégnée d'alcool.

» La vive lumière du tube s'estompait visiblement dans le premier centimètre de ce tube immergé dans l'alcool, pour *s'éteindre complètement* dès que la *surface de la poudre* avait été amenée à la température de — 60° ou — 70°. La brusquerie avec laquelle la lumière disparaît dans cette expérience montre que la surface de la poudre a pu prendre seule la température basse de l'alcool, ou une température voisine, légèrement supérieure encore au moment de l'extinction.

» En conservant plus d'une demi-heure ces tubes refroidis et en les retirant de l'alcool pour les laisser se réchauffer spontanément par le rayonnement et *dans l'obscurité,* nous les avons vus luire de nouveau, au même point où ils étaient au moment de leur immersion.

» Ces phénomènes successifs ont été encore identiques pour toutes les substances phosphorescentes.

» En s'éteignant, toutes les clartés bleues, vertes, orangées qu'émettent les différents sulfures métalliques phosphorescents tendent toutes à passer au *jaune terreux* avant de s'annuler.

» Par des expériences réitérées, nous nous sommes convaincus que les dépôts de givre ou d'humidité, qui se déposent toujours sur les corps très refroidis, n'ont contribué en rien à l'extinction réelle des clartés et n'ont nullement perturbé les résultats constatés plus haut.

» Pour le démontrer d'une façon péremptoire, et examiner en outre si l'absorption des rayons pouvait se faire par les milieux refroidis, nous avons utilisé la clarté du magnésium brûlant dans la chambre noire, pour exciter la phosphorescence des tubes *au travers* de l'alcool refroidi. Dans cette expérience, les tubes luisaient en envoyant leur clarté au travers de l'éprouvette.

» Lorsque ces mêmes tubes étaient plongés dans l'alcool froid à — 70°, plus aucune clarté n'était perceptible.

» Il est donc certain que la production de la lumière phosphorescente réclame un certain mouvement des particules constitutives des corps. Quand on les refroidit et qu'on annule progressivement les mouvements oscillatoires calorifiques, les ondes lumineuses ne se produisent plus et la phosphorescence disparaît.

» Nous allons examiner le temps pendant lequel on peut conserver le *potentiel lumineux* de ces corps phosphorescents, en les refroidissant subitement après l'insolation et en les réchauffant plusieurs jours plus tard, puis

en comparant leur éclat avec celui de tubes identiques, insolés au même instant, mais non refroidis et conservés en chambre noire ([1]). »

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. J. **Groneman** adresse un Mémoire intitulé « Le choléra et son traitement thérapeutique par la créoline ».

(Renvoi à la Commission du legs Bréant).

M. N. **Montagne** adresse une Note relative à un projet de télégraphe imprimant.

(Commissaires : MM. Mascart, Lippmann.)

## CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, le « Mémorial du Dépôt général de la Guerre; tome XV, publié par le général Derrécagaix; Observations du pendule, 1er fascicule ».

Ce fascicule, rédigé par le commandant Defforges, contient des considérations théoriques sur le pendule *convertible*, dont l'idée première remonte à Prony, et des observations très nombreuses aboutissant à un « Essai d'une étude de répartition de la pesanteur à la surface du globe ».

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil, faites à l'observatoire de Lyon (équatorial Brünner), pendant le second trimestre de* 1894. Note de M. J. **Guillaume**, présentée par M. Mascart.

« Les Tableaux suivants résument ces observations.

» Le premier donne, à la droite de l'indication du mois, le nombre pro-

---

([1]) Ce travail a été fait dans mon laboratoire, avec la collaboration très active de M. le Dr russe Altschul.

portionnel des jours sans taches (nombre d'ailleurs nul pour tout le trimestre); les colonnes successives renferment les époques extrêmes d'observation, le nombre d'observations de chaque groupe, la date du passage au méridien central du disque solaire, les latitudes moyennes, les surfaces moyennes des groupes de taches exprimées en *millionièmes* de l'aire d'un hémisphère et réduites au centre du disque; à la fin de chaque mois, on a indiqué le nombre de jours d'observation et la latitude moyenne de l'ensemble des groupes observés dans chaque hémisphère.

» Le deuxième Tableau donne les nombres mensuels de groupes de taches contenus dans des zones consécutives de 10° de largeur et les surfaces totales mensuelles des taches (en millionièmes de l'hémisphère).

» Le troisième, enfin, renferme des données analogues pour les régions d'activité du Soleil, c'est-à-dire pour les groupes de facules contenant ou non des taches; dans ce dernier Tableau, les surfaces mensuelles des facules, toujours réduites au centre du disque, sont exprimées en *millièmes* de l'hémisphère.

» Les principaux faits qui en ressortent sont les suivants :

» *Taches.* — En 53 jours d'observation, on a noté 95 groupes donnant une surface totale tachée de 9709 millionièmes; 146 groupes, notés en 59 observations, le trimestre précédent, ont donné 6012 millionièmes. On a donc, avec un nombre de groupes moindre d'un tiers environ, une surface plus grande des deux tiers.

» La diminution dans le nombre de groupes se répartit à toutes les latitudes et de la façon suivante : 13 groupes de $-0°$ à $-10°$; 12 de $-10°$ à $-20°$; 4 de $-20°$ à $-30°$; 3 de 30° à $-40°$; 1 de $-40°$ à $-90°$; 15 de $+0°$ à $+10°$; 1 de $+10°$ à $+20°$; 1 de $+20°$ à $+30°$; 2 de $+30°$ à $+40°$. On a donc, au total, 33 groupes en moins au sud (54 au lieu de 87), et 19 au nord (40 au lieu de 59); mais, malgré cette diminution, plus forte au sud qu'au nord, c'est l'hémisphère austral qui continue à fournir le plus de taches.

» La recrudescence dans l'étendue des groupes de taches est remarquable à la suite du minimum extraordinaire du mois de mars; aussi on a pu *voir à l'œil nu* les douze groupes suivants de notre Tableau I : avril 1,1 + 10°; 2,5 + 21°; 10,4 + 18°; 20,9 − 13°; 25,9 − 17°. Mai 3,2 − 26°; 15,9 − 14°; 18,4 − 12°; 30,0 + 11°. Juin 2,0 + 13°; 16,2 + 8°; 20,0 − 15° (nous donnons ici la date du passage au méridien central et la latitude). On a donc 6 groupes au sud et 6 au nord (le premier trimestre n'a fourni que deux groupes semblables, tous deux dans l'hémisphère austral). Celui d'avril 2,5 à + 21° de latitude était composé de deux grosses taches séparables à l'œil nu. Le plus considérable a été celui de mai 15,9 à − 14°.

» *Régions d'activité.* — Les groupes de facules, au total, ont diminué en nombre et en étendue; on a 71 groupes au sud au lieu de 100 et 49 au nord au lieu de 77, soit, en tout, 120 groupes et une surface de $\frac{179,1}{1000}$, au lieu de 177 groupes le trimestre précédent, qui représentaient une étendue de $\frac{202,1}{1000}$ de l'hémisphère.

TABLEAU I. — *Taches.*

Avril 1894. 0,00.

| Dates extrêmes d'observ. | Nombre d'obser-vations. | Pass. au mér. central. | Latitudes moyennes S. | Latitudes moyennes N. | Surfaces moyennes réduites. |
|---|---|---|---|---|---|
| 27 | 1 | 0,4 | | + 2 | 3 |
| 27- 7 | 10 | 1,1 | | +10 | 287 |
| 27-5 | 8 | 2,4 | —20 | | 24 |
| 28- 7 | 9 | 2,5 | | +21 | 872 |
| 3 | 1 | 3,1 | — 1 | | 2 |
| 28- 7 | 9 | 3,4 | | +14 | 86 |
| 2- 3 | 2 | 3,6 | — 6 | | 2 |
| 3 | 1 | 3,7 | —16 | | 2 |
| 2- 7 | 5 | 4,0 | | + 9 | 9 |
| 3-11 | 7 | 4,9 | —26 | | 90 |
| 7 | 1 | 5,4 | | +13 | 4 |
| 31-12 | 10 | 7,0 | —14 | | 78 |
| 6-11 | 4 | 7,2 | | +13 | 27 |
| 3-11 | 3 | 8,3 | —12 | | 4 |
| 11 | 1 | 9,7 | —38 | | 2 |
| 4-14 | 8 | 10,4 | | +18 | 317 |
| 11 | 1 | 10,5 | —52 | | 3 |
| 11 | 1 | 12,8 | —37 | | 2 |
| 12-20 | 5 | 18,1 | —13 | | 52 |
| 18 | 1 | 18,2 | | +20 | 3 |
| 18 | 1 | 19,0 | | + 8 | 2 |
| 18-25 | 6 | 19,1 | —14 | | 69 |
| 14-26 | 8 | 20,9 | —13 | | 200 |
| 18-20 | 3 | 21,4 | — 6 | | 6 |
| 18 | 1 | 22,1 | | + 8 | 2 |
| 19-28 | 7 | 25,9 | —17 | | 428 |
| 20-28 | 6 | 25,9 | —30 | | 110 |
| 24-25 | 2 | 26,7 | | +12 | 4 |
| 23-26 | 4 | 27,8 | —18 | | 11 |
| 23-28 | 5 | 28,3 | | +12 | 240 |
| 23-28 | 5 | 28,8 | | +23 | 59 |
| | 18 j. | | —19°,6 | +13°,1 | |

Mai 1894. 0,00.

| Dates extrêmes d'observ. | Nombre d'obser-vations. | Pass. au mér. central. | Latitudes moyennes S. | Latitudes moyennes N. | Surfaces moyennes réduites. |
|---|---|---|---|---|---|
| 28 | 1 | 0,7 | | +21 | 6 |
| 25- 6 | 2 | 1,0 | | +17 | 40 |
| 26- 8 | 5 | 3,2 | —26 | | 405 |
| 4-10 | 4 | 5,0 | — 3 | | 44 |
| 10 | 1 | 5,5 | | +22 | 10 |
| 4-5 | 2 | 6,2 | | + 9 | 10 |
| 5 | 1 | 6,5 | | +18 | 11 |
| 4- 5 | 2 | 7,2 | | +19 | 31 |
| 4-12 | 5 | 7,7 | | +18 | 147 |
| 8-12 | 3 | 8,3 | — 5 | | 12 |
| 4- 8 | 3 | 9,6 | | +20 | 46 |
| 12 | 1 | 9,7 | | +28 | 2 |
| 10 | 1 | 11,1 | | +23 | 2 |
| 8 | 1 | 14,1 | — 8 | | 8 |
| 12-19 | 6 | 14,1 | —18 | | 81 |
| 8-17 | 6 | 14,8 | | + 6 | 24 |
| 10-19 | 7 | 15,9 | —14 | | 968 |

Mai 1894. 0,00 (suite).

| Dates extrêmes d'observ. | Nombre d'obser-vations. | Pass. au mér. central. | Latitudes moyennes S. | Latitudes moyennes N. | Surfaces moyennes réduites. |
|---|---|---|---|---|---|
| 10-19 | 7 | 15,9 | | +17 | 24 |
| 12-24 | 8 | 18,4 | —12 | | 560 |
| 15-26 | 8 | 20,2 | —14 | | 66 |
| 16-26 | 6 | 23,1 | —17 | | 45 |
| 24 | 1 | 23,8 | —22 | | 2 |
| 18-30 | 7 | 24,4 | — 4 | | 140 |
| 19-30 | 6 | 25,5 | —20 | | 120 |
| 29-30 | 2 | 27,3 | —23 | | 8 |
| 23- 1 | 6 | 28,3 | — 4 | | 34 |
| 29- 1 | 3 | 29,5 | —15 | | 2 |
| 26 | 1 | 30,0 | —31 | | 2 |
| 23- 4 | 7 | 30,0 | | +11 | 395 |
| | 15 j. | | —14°,8 | +17°,7 | |

Juin 1894. 0,00.

| Dates extrêmes d'observ. | Nombre d'obser-vations. | Pass. au mér. central. | Latitudes moyennes S. | Latitudes moyennes N. | Surfaces moyennes réduites. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 0,2 | —29 | | 2 |
| 1- 5 | 3 | 0,8 | — 1 | | 17 |
| 29- 1 | 3 | 1,5 | — 7 | | 8 |
| 26- 5 | 7 | 2,0 | | +13 | 320 |
| 1- 5 | 3 | 3,0 | —27 | | 6 |
| 29- 5 | 5 | 3,3 | — 5 | | 17 |
| 29- 1 | 3 | 3,7 | | + 9 | 7 |
| 5 | 1 | 3,9 | | +12 | 4 |
| 4- 9 | 4 | 5,1 | — 8 | | 89 |
| 30- 9 | 6 | 5,3 | | +14 | 57 |
| 4-15 | 9 | 9,2 | —13 | | 84 |
| 4- 9 | 4 | 9,9 | —21 | | 13 |
| 4-15 | 9 | 10,5 | | + 5 | 42 |
| 5-15 | 8 | 11,7 | —17 | | 228 |
| 13-15 | 3 | 12,7 | —19 | | 9 |
| 8-15 | 7 | 13,5 | —15 | | 199 |
| 13-19 | 4 | 13,8 | — 4 | | 92 |
| 11-15 | 5 | 14,5 | | + 6 | 30 |
| 19 | 1 | 15,6 | —12 | | 4 |
| 11-22 | 9 | 16,2 | | + 8 | 588 |
| 19-22 | 4 | 17,0 | —12 | | 90 |
| 13-23 | 7 | 17,5 | —21 | | 143 |
| 12-23 | 9 | 18,0 | | + 9 | 137 |
| 13-26 | 9 | 20,0 | —15 | | 812 |
| 20 | 1 | 20,9 | — 5 | | 4 |
| 20-21 | 2 | 23,0 | | +15 | 4 |
| 23-26 | 2 | 23,4 | —10 | | 11 |
| 19-30 | 10 | 25,8 | | +11 | 234 |
| 26-27 | 2 | 26,6 | | +11 | 3 |
| 20-30 | 9 | 26,6 | — 2 | | 37 |
| 27- 2 | 6 | 28,5 | —13 | | 77 |
| 23-30 | 6 | 29,0 | | +16 | 35 |
| 30 | 1 | 29,7 | —22 | | 3 |
| 23-30 | 6 | 29,9 | | + 9 | 41 |
| | 20 j. | | —13°,2 | +10°,6 | |

Tableau II. — *Distribution des taches en latitude.*

| | Sud. | | | | | | Nord. | | | | | | Totaux mensuels. | Surfaces mensuelles. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 90°. 40°. | 30°. | 20°. | 10°. | 0°. | Somme. | Somme. | 0°. 10°. | 20°. | 30°. | 40°. | 90°. | | |
| Avril | 1 | 2 | 2 | 9 | 3 | 17 | 14 | 5 | 7 | 2 | » | » | 31 | 3000 |
| Mai | » | 1 | 3 | 7 | 5 | 16 | 13 | 2 | 7 | 4 | » | » | 29 | 3245 |
| Juin | » | » | 5 | 8 | 8 | 21 | 13 | 6 | 7 | » | » | » | 34 | 3447 |
| Totaux | 1 | 3 | 10 | 24 | 16 | 54 | 40 | 13 | 21 | 6 | » | » | 94 | 9692 |

Tableau III. — *Distribution des facules en latitude.*

| | Sud. | | | | | | Nord. | | | | | | Totaux mensuels. | Surfaces mensuelles. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 90°. 40°. | 30°. | 20°. | 10°. | 0°. | Somme. | Somme. | 0°. 10°. | 20°. | 30°. | 40°. | 90°. | | |
| Avril | 4 | 2 | 5 | 10 | 3 | 24 | 17 | 4 | 8 | 5 | » | » | 41 | 41,3 |
| Mai | 1 | 2 | 5 | 8 | 6 | 22 | 15 | 4 | 7 | 4 | » | » | 37 | 66,5 |
| Juin | 2 | 0 | 8 | 10 | 5 | 25 | 17 | 7 | 6 | 3 | 1 | » | 42 | 71,3 |
| Totaux | 7 | 4 | 18 | 28 | 14 | 71 | 49 | 15 | 21 | 12 | 1 | » | 120 | 179,1 |

» Cette diminution dans le nombre de groupes de facules se répartit, comme pour les taches, à toutes les latitudes et de la manière suivante : 11 groupes de $-0°$ à $-10°$; 12 de $-10°$ à $-20°$; 1 de $-20°$ à $-30°$; 2 de $-30°$ à $-40°$; 3 de $-40°$ à $-90°$; 3 de $+0°$ à $+10°$; 12 de $+10°$ à $+20°$; 8 de $+20°$ à $+30°$; 2 de $+30°$ à $+40°$ et enfin 3 de $+40°$ à $+90°$. Soit au total 29 groupes en moins au sud et 28 au nord. »

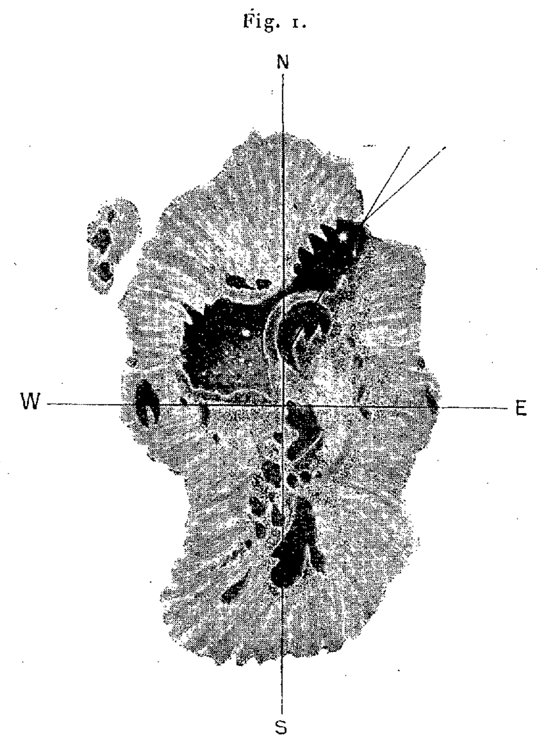
ASTRONOMIE. — *Sur la rotation des taches solaires.* Note de M. **Flammarion**, présentée par M. Faye.

« Nous avons entrepris, à l'observatoire de Juvisy, la mesure des positions et des directions des taches solaires, ainsi que celle de leurs noyaux principaux. L'année actuelle, voisine d'un maximum très intense et féconde en manifestations solaires, s'est admirablement bien prêtée à ces études, quant au Soleil. Il n'en a pas été de même de l'atmosphère terrestre en nos climats, car elle est restée presque constamment couverte ou nuageuse. Les séries d'observations ne sont donc pas aussi longues que nous l'eussions désiré. Elles suffisent cependant pour établir un fait : c'est que les noyaux des taches qui se forment dans l'hémisphère boréal tournent sur eux-mêmes dans le sens sinistrorsum, c'est-à-dire en sens contraire du mouvement des aiguilles d'une montre. Il ne se forme pas, en ce moment, de taches importantes dans l'hémisphère austral.

» Ces observations ont été faites par projection. Dans ces dessins, l'ouest est à gauche et l'est à droite. Le sens du mouvement est donc renversé. Pour voir les taches dans la position du disque solaire vu à l'œil nu, il faut les regarder par transparence, le nord en haut et l'ouest à droite.

» Voici, par exemple (*fig.* 1), une tache qui a fait son apparition au bord oriental du Soleil, le 29 juillet. Sa position était : longitude $= 185°$; latitude $+ 11°$. Le groupe s'étendait sur plus de 25° de longitude héliocentrique. Sa longueur totale du nord au sud était de 1′10″, soit de 51000$^{km}$. On comptait plus de 25 noyaux sur l'immense étendue de la pénombre; les deux du nord étaient très grands et se touchaient; on remarquait, au-dessous, un troisième noyau en forme de croissant. Les mesures ont été faites sur ce dernier noyau, ainsi que sur celui de droite, celui de gauche s'étant rapidement morcelé. Le dessin publié ici est celui du 2 août.

Fig. 1.




La tache solaire du 2 août 1894.

» Le lendemain, 3 août, la tache s'est allongée, les noyaux se sont séparés, le grand axe de la pénombre a tourné dans le sens sinistrorsum, l'axe des deux noyaux a tourné dans le même sens; en vingt-quatre heures, la pénombre a tourné de 20°, et *tous* les noyaux ont tourné dans le même sens.

» Le 4 août, la tache offre de nouvelles transformations. Le noyau de gauche s'est segmenté, ainsi que le noyau sud, à l'extrémité de la pénombre, et leurs mouvements

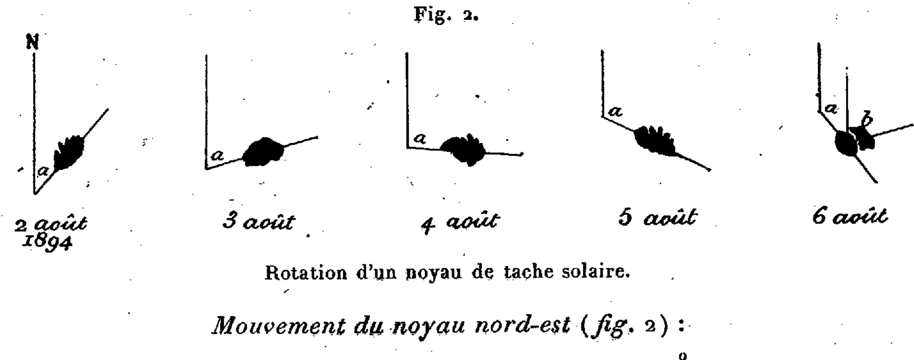
sont naturellement changés. Mais les deux noyaux nord-est, restés intacts, continuent de tourner dans le même sens. L'ensemble de la tache continue de s'allonger du nord au sud. Elle mesure 1′30″.

» Le 5, la transformation s'est continuée; mais les noyaux supérieurs, toujours intacts, continuent de tourner dans le même sens.

» Le 6, les divers éléments de cette tache remarquable semblent fondus dans la photosphère. Le noyau de droite s'est segmenté et celui de gauche va subir le même sort. Les observations s'arrêtent donc ici quant aux mouvements à mettre en évidence.

» On se rendra compte de la gyration de chacun de ces noyaux pendant ces cinq jours par le diagramme ci-dessous :

Fig. 2.



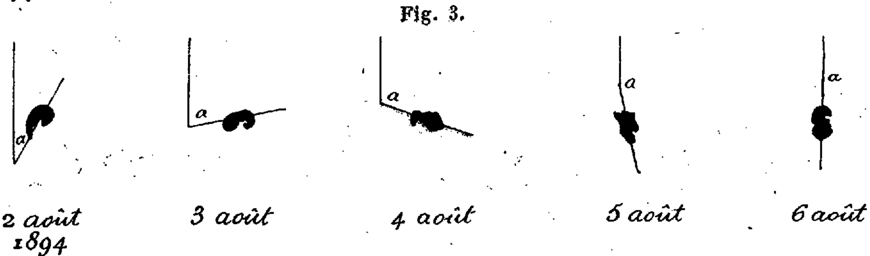

Rotation d'un noyau de tache solaire.

*Mouvement du noyau nord-est* (*fig.* 2) :

| | |
|---|---|
| Du 2 au 3 août.................... | 35° |
| » 3 » 4 » .................... | 20 |
| » 4 » 5 » .................... | 22 |
| Le 6........................... | segmentation |

soit 77° en trois jours.

Fig. 3.




Rotation d'un noyau de tache solaire.

*Mouvement du noyau voisin inférieur* (*fig.* 3).

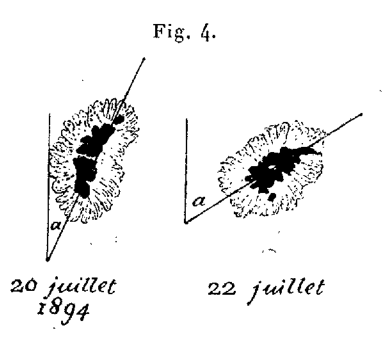
| | |
|---|---|
| Du 2 au 3 août.......................... | 50° |
| » 3 » 4 » .......................... | 30 |
| » 4 » 5 » .......................... | 60 |
| » 5 » 6 » .......................... | 12 |

soit de 152° en 4 jours.

» Ces angles de position mettent en évidence un mouvement de rotation conforme à la théorie de M. Faye.

» Sans entrer en de plus longs détails, nous signalerons encore ici une autre tache observée les 20 et 22 juillet, par 356° de longitude et + 13° de latitude, qui a tourné tout entière, y compris la pénombre, de 34° en deux jours, ainsi que le montre la *fig.* 4.

Fig. 4.




Rotation d'une tache solaire.

» Cette loi de rotation ne s'applique pas aux cas de segmentation : soit par l'ascension de gaz sous-jacents, soit par des courants formés dans la pénombre même, les noyaux se comportent alors tout autrement.

» Les mesures ont été faites par M. Antoniadi, et j'en ai constaté avec lui la précision dans un très grand nombre de cas. »

PHYSIQUE. — *Sur la théorie de la machine Wimshurst.* Note du P. V. Schaffers.

« On admet généralement que, dans la machine Wimshurst, le rôle des mâchoires à peignes est de décharger les plateaux. Les armatures resteraient donc sensiblement neutres entre les peignes et les balais des conducteurs diamétraux les plus proches dans le sens de la rotation; elles ne se rechargeraient que sous ces balais.

» Nous avons reconnu qu'en réalité les plateaux ne sont neutres en aucun de leurs points. Les signes des charges s'intervertissent, sur un des plateaux, aux balais du conducteur diamétral; sur l'autre, aux peignes, c'est-à-dire aux moitiés des mâchoires qui font face à ce plateau. Le second conducteur diamétral sert à empêcher le renversement, comme dans la machine Voss. Les secondes moitiés des peignes n'ont aucune utilité.

» Le fonctionnement de la machine n'exige donc, à la rigueur, que la moitié des organes ordinaires, un conducteur et deux demi-peignes, comme il est aisé de s'en assurer. Dans la machine complète, les parties actives sont celles où le mouvement de l'électricité est le plus facile. De là, parfois, dans les appareils peu symétriques, des distributions anormales en apparence.

» La théorie que nous sommes amené à proposer revient donc à assimiler absolument le jeu de la machine Wimshurst à celui de la machine Holtz du second genre, l'induction due aux charges des plateaux s'exerçant, dans la première, sur deux demi-peignes et sur les balais du conducteur diamétral opposé, comme elle s'exerce dans la seconde sur les deux couples de peignes.

» Au point de vue pratique, il en résulte deux conséquences importantes :

» D'abord, il est toujours inutile d'employer des peignes en fer à cheval : des peignes droits devant un seul des plateaux les remplacent parfaitement. De nombreuses mesures nous ont démontré que le rendement est exactement le même.

» En second lieu, la machine Wimshurst actuelle ne donne que la moitié du débit qu'on pourrait lui demander. En effet, d'après notre théorie, toute l'électricité transportée par un des plateaux provient d'un conducteur diamétral non relié aux électrodes. Si l'on coupait le conducteur, et qu'on mît ses deux moitiés en relation avec les électrodes, cette électricité serait utilisée pour le débit extérieur, comme celle de l'autre plateau. L'expérience a pleinement vérifié cette déduction. Voici, par exemple, quelques résultats obtenus sur la bouteille de Lane :

| | Tours de manivelle en une minute. | Étincelles. |
|---|---|---|
| Type Wimshurst ordinaire........ | 25 | 90 |
| | 27 | 101 |
| Type modifié.................... | 25,5 | 180 |
| | 26 | 189 |

» Avec un conducteur diamétral devant chaque plateau, pour empêcher le renversement, la marche de la machine ainsi transformée est d'une constance parfaite.

» Voici donc, en résumé, comment nous avons constitué le nouvel appareil. Les plateaux sont les mêmes que dans le modèle Wimshurst ordi-

naire. Devant un de ces plateaux, nous montons deux peignes isolés, devant l'autre, deux peignes à 60° environ de la direction des premiers. Les deux peignes de gauche sont reliés à une électrode, ceux de droite à l'autre électrode. Ils sont munis, tous les quatre, de balais frotteurs. Enfin, à 30° ou 35° des peignes dans le sens de la rotation de chaque plateau, se trouve un conducteur diamétral portant des pointes sans balais.

» Il est évident que le nouveau modèle de machine Wimshurst construit par M. Bonetti est susceptible des mêmes perfectionnements, la théorie des réactions qui l'entretiennent étant la même. Du reste, nos mesures sur cette machine nous ont donné des résultats identiques : dans tous les cas, le débit s'est trouvé doublé. »

ZOOLOGIE. — *Sur la coexistence, chez le même hôte, d'une Coccidie monosporée et d'une Coccidie polysporée* (¹). Note de M. **Alphonse Labbé**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Les cas d'infection coccidienne double, analogues à ceux que R. Pfeiffer a décrits chez les jeunes Lapins, coccidioses sur lesquelles L. Pfeiffer a établi sa théorie du dimorphisme des Sporozoaires, sont assez rares.

» Nous avons pu, chez des animaux très différents, observer plusieurs cas de coccidiose double, ce qui nous permet d'émettre une opinion sur la théorie de Pfeiffer.

» Chez de jeunes Passereaux (Chardonnerets) infestés par le *Diplospora Lacazei*, Coccidie disporée à développement exogène que nous avons décrite dans une Note précédente (²), nous avons trouvé dans l'intestin une Coccidie monosporée, pouvant atteindre jusqu'à 50μ, dont le plasma, toujours intracellulaire, était entouré d'une mince membrane cuticulaire ; les Sporozoïtes, très nombreux, longs de 7 à 8μ, se forment superficiellement autour d'un reliquat très grand.

» Nous avons trouvé une deuxième Coccidie monosporée chez de jeunes *Triton cristatus*, encore pourvus de branchies externes. Tous les Tritons d'une même mare étaient infestés, et quelques-uns renfermaient en outre

(¹) Travail du laboratoire de Zoologie de Roscoff.

(²) Labbé, *Sur les Coccidies des Oiseaux* (*Comptes rendus*, 5 juin 1893).

une Coccidie tétrasporée, *Coccidium proprium* Schneider. Cette dernière ne dépasse guère 30 μ sur 20 μ, tandis que la Coccidie monosporée atteignait jusqu'à 60 μ (¹). Cette Monosporée donne, soit des *macrosporozoïtes* longs de 14 à 15 μ, soit des *microsporozoïtes* (²); les premiers, moins abondants, accaparent tout le plasma, et il n'y a pas de reliquat; les seconds, qui peuvent être une centaine, et n'ont que 8 à 9 μ, se forment superficiellement et il y a un reliquat considérable.

» Un troisième exemple nous a été fourni par un Sélacien, *Lamna Cornubica*, Flem., qui héberge dans son intestin spiral deux Coccidies :

» L'une, tétrasporée, à développement *exogène*, ce qui la différencie des autres Coccidies des Poissons, a un plasma *toujours relégué* à l'un des pôles de la capsule; celle-ci, épaisse, cylindroïde, atteint 70 μ sur 40 μ de largeur.

» L'autre, monosporée, peut dépasser $1^{mm}$ de largeur; les kystes, ronds ou ovalaires, munis d'une mince membrane, sont bourrés de sporozoïtes longs de 14 à 15 μ.

» Les *Benedenia* des Céphalopodes ne sauraient nous fournir un exemple, car il nous paraît probable, d'après nos préparations, que les kystes monosporés de Mingazzini sont anormaux, pathologiques, et que les sporozoïtes de ces kystes sont en réalité des spores modifiées.

» *En résumé*, dans tous les cas que nous avons observés :

» 1° Il y a une grande différence de taille entre la Coccidie monosporée et la Coccidie polysporée.

» 2° Les stades jeunes peuvent être facilement différenciés. Les stades jeunes de la Coccidie monosporée n'ont pas de granules plastiques, ou ces granules sont très petits; les granules chromatoïdes sont abondants, ainsi que les vacuoles, les globules graisseux et le pigment.

» 3° La capsule, toujours épaisse, de la Coccidie polysporée devient une simple membrane cuticulaire chez la Coccidie monosporée; le plasma, chez cette dernière, ne se concentre pas au milieu de la capsule.

» 4° Les Coccidies monosporées sont rares, tandis que les Coccidies polysporées se rencontrent souvent; on peut trouver des animaux infestés par une Coccidie monosporée, sans qu'il y ait de Coccidie polysporée.

» Pour ces diverses raisons, il nous semble logique de répéter pour les

---

(¹) Cette Coccidie n'a aucun rapport avec le *Cytophagus Tritonis* de Steinhaus.

(²) Comme chez les Hémosporidies (*Drepanidium, Karyolysus*).

Coccidies l'opinion que nous avons déjà émise ([1]) pour les *Hémosporidies* et les *Gymnosporidies :*

» De ce que deux parasites voisins se trouvent dans le même organe du même hôte, il n'en résulte pas qu'ils dérivent l'un de l'autre; et si leur structure et leur évolution diffèrent, depuis les premiers stades jusqu'aux derniers, on ne peut admettre un dimorphisme, et l'on peut conclure qu'*ils appartiennent à des espèces différentes*.

» M. L. Pfeiffer nous permettra donc de donner à la Coccidie monosporée que, lui chez le Lapin, nous-mêmes chez les Passereaux, les Tritons et les Lamna, avons rencontrée avec les mêmes caractères, le nom générique de *Pfeifferia.* »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur le fonctionnement du rein des* Helix. Note de M. **L. Cuénot**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« On sait que le rein des Gastéropodes pulmonés et spécialement celui des *Helix* sécrète des concrétions volumineuses, à structure radiée, formées par de l'acide urique mélangé à divers produits mal connus. D'après un travail récent de M. Girod ([2]), ces concrétions ne seraient pas rejetées telles quelles au dehors, comme on l'avait toujours cru : dans la première portion de l'uretère (portion qui longe le rein et est tapissée par un épithélium vibratile), il se ferait une sécrétion alcaline (sel de soude), qui attaquerait les globules uriques dès leur sortie du rein et les transformerait en urate de soude, rejeté ensuite au dehors dissous dans l'eau.

» A un point de vue général, il peut sembler assez bizarre qu'un produit de désassimilation, rejeté d'abord à l'état solide, subisse dans l'uretère une telle transformation; je n'avais rien constaté de semblable dans une étude précédente sur l'excrétion chez les Pulmonés ([3]), ce qui m'a engagé à revoir ce point de détail.

» J'ai expérimenté sur *Helix pomatia* L., *Helix nemoralis* L. et *Limax*

---

([1]) Labbé, *Recherches zoologiques et biologiques sur les parasites endoglobulaires du sang des Vertébrés* (*Archives de Zoologie expérimentale et générale*, fasc. 1 et 2; 1894).

([2]) P. Girod, *Observations physiologiques sur le rein de l'Escargot* (*Comptes rendus*, t. CXVIII, 5 février 1894).

([3]) L. Cuénot, *Études physiologiques sur les Gastéropodes pulmonés* (*Archives de Biologie*, t. XII, p. 683; 1892).

*maximus* L. Si l'on élève ces Pulmonés en captivité, on trouve au bout de quelque temps, sur les parois du cristallisoir, de petits amas blancs ou jaunâtres, pesant parfois jusqu'à $4^{mgr}$ et $6^{mgr}$, généralement accolés aux excréments : *ces amas sont formés entièrement par des concrétions uriques, nullement attaquées, ni corrodées, identiques à celles contenues encore dans les cellules rénales.* Cette simple observation, que j'ai répétée un grand nombre de fois, prouve d'une manière indiscutable que les concrétions rénales sont bien éliminées en nature, et non transformées en route.

» Ces masses de concrétions ne sont rejetées qu'à des intervalles éloignés, quinze jours, un mois et plus, suivant l'activité de l'animal; durant toute la période d'hibernation (cinq mois), les *Helix* ne rejettent absolument rien. Au lieu d'attendre l'élimination naturelle, il est facile de la provoquer en injectant dans le cœlôme une solution physiologique d'indigocarmin ou de safranine, substances qui sont éliminées par le rein en se fixant précisément sur les concrétions uriques : au bout de huit jours environ, l'animal rejette des amas de concrétions colorées en bleu ou en rose, identiques à celles renfermées encore dans le rein.

» A l'état normal, l'uretère ne renferme qu'une faible quantité d'eau, contenant peut-être en dissolution quelques produits de désassimilation provenant des vacuoles rénales, mais pas de concrétions. Par contre, si l'on ouvre un *Helix* au moment du rejet, la seconde portion de l'uretère (celle qui longe le rectum), est absolument bondée de concrétions intactes; la première portion ciliée ne contient qu'un liquide neutre et non pas alcalin, comme on peut s'en convaincre en y poussant une injection de tournesol sensible (¹). »

PHYSIOLOGIE COMPARÉE. — *Sur l'alimentation de deux commensaux (Nereilepas et Pinnotheres)* (²). Note de M. **Henri Coupin**, transmise par M. Edmond Perrier.

« Dans les coquilles de Buccin habitées par des Pagures, on trouve, on le sait, très fréquemment une Annélide, la *Nereilepas fucata*. Ce Ver se loge dans les premiers tours de spire, c'est-à-dire dans une chambre presque complètement close par la partie postérieure du Crustacé. Il est

(¹) Travail du Laboratoire de Zoologie de la Faculté des Sciences de Nancy.

(²) Travail du laboratoire maritime de Saint-Vaast-de-la-Hougue.

cependant très bien développé, sans aucune souillure, et resplendit, pour ainsi dire, de santé. Cela n'a rien qui doive nous étonner, car il est admirablement protégé contre les injures et les ennemis extérieurs. Mais comment arrive-t-il à se nourrir? On admet généralement qu'il se contente de dévorer les résidus de la digestion du Pagure, qui sont précisément évacués dans l'endroit où il se trouve. Dans le but de savoir s'il en était ainsi, j'ai fait diverses observations et expériences qui montrent que cette hypothèse n'a rien de fondé.

» Examinons, en effet, un Pagure ayant un *Nereilepas* comme colocataire. Le Pagure se nourrit de deux manières principales. En temps ordinaire, il se contente de manger les particules que les mouvements rapides de ses appendices amènent au contact de sa bouche : ces matières, une fois digérées, sortent au dehors sous la forme d'un boudin cylindrique, plus ou moins allongé, d'environ $1^{mm}$ de diamètre, et faciles à distinguer des excréments du ver, lesquels sont filiformes. Si le Ver mangeait ces déjections, il est bien évident qu'on ne les verrait pas sortir au dehors. Pendant tout le temps que dure cette alimentation, l'Annélide ne donne pas extérieurement signe de vie : elle attend le moment favorable.

» Mais les choses ne se passent pas de même lorsqu'on donne au Bernard un gros morceau, comme par exemple une moitié ou un quart de *Cardium*. Satisfait de cette bonne aubaine, on le voit de suite mastiquer avec animation; il sort même une partie de son corps au dehors et mange, si j'ose m'exprimer ainsi, comme un glouton. Mais, presque aussitôt, on voit, entre la base des pattes droites et le céphalothorax, s'avancer lentement la partie antérieure du Ver. Celui-ci, sans hésiter, va directement explorer la bouche de son camarade; là, rencontrant le morceau, il le pince fortement avec ses deux puissantes mandibules et, dès lors, ne le lâche plus. Se rétractant en arrière, il attire à lui le butin. Alors de deux choses l'une : ou bien le Pagure se cramponne, lui aussi, à la proie, sans se rendre compte d'ailleurs des causes qui tendent à la lui enlever, et l'Annélide redouble d'efforts, si bien que le morceau finit par se déchirer en deux parties : le Ver entraîne sa part au fond de la coquille, pour la dévorer tout à son aise. Ou bien le Pagure lâche sa proie, et l'Annélide l'emporte tout entière; je lui ai vu ainsi enlever un *Cardium* presque complet, si bien même qu'elle ne pouvait plus le faire passer par l'orifice étroit laissé entre le Crustacé et la coquille. En tirant très fort, elle y arrivait cependant presque toujours.

» Il ne faudrait pas croire que l'Annélide perçoit par l'olfaction la présence voisine d'une proie, car, ainsi que je l'ai pu constater en la retirant de la coquille, ses organes des sens sont très émoussés. Il est curieux de constater que c'est le Pagure lui-même qui, inconsciemment bien entendu, avertit son camarade de la présence d'une proie volumineuse : les mouvements désordonnés auxquels il se livre indiquent à l'Annélide qu'il est temps de se montrer; on ne la voit jamais sortir à un autre moment. C'est aussi un fait intéressant à noter que l'indifférence du Crustacé à l'égard du voleur avec lequel il habite et qui vient, suivant l'expression populaire, lui « retirer le morceau » de la bouche ». J'ai vu souvent l'Annélide, après que le Pagure avait laissé tomber sa proie par mégarde, introduire sa tête et les premiers anneaux de son corps entre

les pattes-mâchoires et jusque dans la bouche du Crustacé. Rien n'aurait été plus facile à celui-ci, semble-t-il, que d'ingérer le Ver et s'en débarrasser une fois pour toutes; or, il le laissait absolument tranquille : le *Nereilepas* en profite pour manger les débris de nourriture qui restent encore dans la bouche du Bernard et les emporter dans son repaire.

» Ces observations ont été faites dans des aquariums : nul doute, vu leur fréquence, que les choses ne se passent de même dans la nature, au fond de la mer. L'Annélide se nourrit des grosses proies que le Pagure se propose de manger. Mais peut-être, dira-t-on, l'Annélide mange-t-elle en outre, sinon tous les excréments des Crustacés, du moins une partie? L'expérience suivante montre qu'il n'en est pas ainsi.

» On donne à un Pagure affamé par quelques jours de jeûne un *Cardium* imprégné de carmin. Aussitôt que l'Annélide, également affamée, se montre, on la touche avec un pinceau de manière à la faire revenir en arrière : on la chasse ainsi chaque fois qu'elle revient. Pendant ce temps, le Crustacé mange *Cardium* et carmin. Au bout de quelques heures, on voit, dans la cuvette, les excréments du Pagure colorés en rouge vif. L'Annélide en aurait-elle mangé une partie? Pour le savoir, on casse la coquille et l'on dissèque le Ver : jamais je n'ai constaté de carmin dans son tube digestif.

» Le *Nereilepas* ne mange donc pas les déjections du Pagure. Cette constatation, me semble-t-il, est intéressante au point de vue de la nature de l'association du Pagure et de l'Annélide. Pour P.-J. Beneden, c'est du commensalisme. Or, suivant la définition du célèbre zoologiste, « le commensal » ne vit pas aux dépens de son hôte : tout ce qu'il désire, c'est un gîte ou » son superflu; le parasite s'installe temporairement ou définitivement » chez son voisin; de gré ou de force, il exige de lui le vivre et, très sou» vent, le logement ». Cette dernière définition s'applique admirablement au cas du *Nereilepas*. Celui-ci fait évidemment tort au Pagure, puisqu'il lui soustrait une bonne partie de sa nourriture : c'est un véritable parasite, au sens où l'on entend ce mot dans le langage courant.

» D'autres commensaux, également bien connus, les Pinnothères, amènent à une conclusion identique. En disséquant les estomacs de ces Pinnothères et ceux des Acéphales chez lesquels ils vivent, j'y ai constaté la présence des mêmes substances, composées surtout de végétaux inférieurs. Il n'y a pas, comme quelques hypothèses hasardées tendraient à le faire croire, une division des particules en deux groupes : les particules animales pour le Pinnothère et les particules végétales pour le Mollusque. Non, le Pinnothère détourne à son profit une partie des matières alimen-

taires que le Mollusque se destine. Encore que le dommage soit très faible, il n'en existe pas moins. Peu importe que les matières alimentaires soient détournées dans le tube digestif lui-même, comme le font les Tænias, les Echinorhynques et beaucoup de Nématodes, ou à l'entrée de la bouche; au même titre que les Helminthes, qui ne s'attaquent pas aux tissus, sont parasites de leur hôte, le Pinnothère est un véritable parasite de son Mollusque, comme le *Nereilepas* en est un du Pagure. C'est à cette conclusion que je désirais arriver : l'étude d'autres commensaux l'étendra sans doute singulièrement. »

La séance est levée à 4 heures. J. B.

---

**BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.**

Ouvrages reçus dans la séance du 24 septembre 1894.

*Résultats des campagnes scientifiques accomplies sur son yacht* par Albert Ier, Prince souverain de Monaco, publiés sous sa direction, avec le concours du baron Jules de Guerne, chargé des travaux zoologiques à bord. Fascicule VII : *Crustacés décapodes provenant des campagnes du yacht* l'Hirondelle (1886, 1887, 1888), par M. A. Milne-Edwards et E.-L. Bouvier. Première Partie : *Brachyures et Anomoures*. Monaco, 1894; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. A. Milne-Edwards.)

*Paléontologie. Monographies. Bœufs-Taureaux,* par A. Pomel, Correspondant de l'Institut. Alger, Fontana et Cie, 1894; 1 vol. in-4°.

*Mémorial du Dépôt général de la Guerre,* imprimé par ordre du Ministre; Tome XV; publié par le général Derrécagaix. *Observations du pendule*, Ier fascicule. Paris, Imprimerie nationale, 1894; 1 vol. in-4°.

*L'équilibre de la terre ferme*, par A. de Lapparent. Extrait du *Correspondant*. Paris, de Soye et fils, 1894; 1 br. in-8°.

*Restes d'Élan et de Lion dans une station préhistorique de transition entre le quaternaire et les temps actuels, à Saint-Martory (Haute-Garonne),* par Édouard Harlé. (Extrait de l'*Anthropologie*. Paris, G. Masson, 1894; 1 br. in-8°.

*Bulletin des séances de la Société nationale d'Agriculture de France*. Compte

rendu mensuel rédigé par le Secrétaire perpétuel. Année 1894. N° 6. Paris, Chamerot et Renouard, 1894; 1 fasc. in-8°.

*Annuaire de la Société météorologique de France,* 1894. Janvier-février-mars. Paris, Gauthier-Villars et fils; 2 fasc. in-8°.

*Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique.* Tome XXVIII. N° 8. Bruxelles, Hayez, 1894; 1 fasc. in-8°.

*Miscellanées mathématiques,* par Léonce Agües. Barcelona, 1894; 1 br. in-8°.

*The collected mathematical Papers of* Arthur Cayley, SC. D. F. R. S; sadlerian professor of pure Mathematics in the University of Cambridge. Vol. VII. Cambridge, 1894; 1 vol. in-4°.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

---

### SÉANCE DU LUNDI 1er OCTOBRE 1894,

PRÉSIDENCE DE M. LŒWY.

---

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *La masse de Mercure et l'accélération du moyen mouvement de la comète d'Encke, d'après les travaux récents de M.* O. Backlund. Note de M. **O. Callandreau.**

« La comète d'Encke offre un intérêt particulier, à cause du fait bien constaté et encore unique de la diminution de sa durée de révolution (d'environ deux heures d'une apparition à l'autre), et de cette circonstance que la planète Mercure lui fait éprouver des perturbations très notables. C'était un des *desiderata* de l'Astronomie, d'utiliser les soixante-douze années d'observations qu'on possède pour déterminer la masse de Mercure, encore incertaine, et pour préciser la cause de l'accélération du moyen mouvement de la comète.

» M. Backlund, qui a continué l'étude du mouvement de la comète

après Encke et d'Astén, et s'en occupe depuis près de vingt ans, a déjà fait connaître, en 1884, un résultat important : l'accélération du moyen mouvement, au lieu de se maintenir constante, a diminué pour la période 1871-1881; elle a été alors réduite à peu près à la moitié de la valeur correspondant à la période 1819-1865.

» Une revision d'ensemble était dès lors indiquée. C'est grâce à l'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg et à la générosité de M. Emmanuel Nobel que M. Backlund, assisté d'habiles collaborateurs comme MM. Bohlin et Olsson, a pu mener à bonne fin un travail que la nécessité de pousser la précision assez loin pour éviter l'accumulation des petites erreurs dans les calculs de quadrature rendait d'une longueur excessive.

» M. Backlund a commencé par reprendre et compléter l'étude des sept apparitions récentes, de 1871 à 1891.

» Les masses des planètes peuvent être regardées comme bien connues, à l'exception de celle de Mercure. En ce qui concerne l'accélération causée par un milieu résistant, des recherches antérieures avaient montré à M. Backlund que dans les hypothèses où la force de résistance est représentée par $K\frac{v^m}{r^n}$, $v$ étant la vitesse et $r$ le rayon vecteur (l'hypothèse d'Encke correspond à $m = n = 2$), il y a seulement à ajouter à l'anomalie moyenne un terme proportionnel au carré du temps, plus un petit terme périodique; l'excentricité subit une très faible diminution séculaire; les autres éléments ne sont pas modifiés sensiblement.

» L'anomalie moyenne est donc représentée généralement par

$$M = M_0 + \mu t + K\tau^2 + \theta;$$

$\tau$ désigne le temps exprimé en unités de 1200 jours solaires moyens; $\theta$ remplace le terme périodique mentionné; K est une fonction des éléments de la comète, de sorte que, si l'on fait

$$K = K_0(1 - \gamma),$$

$K_0$ se rapportant à des éléments constants, $\gamma$ dépend de $m$, $n$ et des variations des éléments; $\gamma$ contient en facteur $m + 2n - 1$.

» Cela posé, il s'agit de déduire de la comparaison de la théorie avec les observations la correction de la masse $\frac{1}{5000000}$ admise pour Mercure et les valeurs des paramètres $K_0$, $m$, $n$. C'est à quoi l'on arrive par la méthode des moindres carrés, en introduisant dans les équations de condition les nouveaux paramètres avec les corrections des éléments de l'orbite.

» Les conséquences de quatre hypothèses étudiées d'abord sont renfermées dans le Tableau suivant.

» Masse de Mercure $\frac{1}{5000000}$. On suppose $\gamma = 0$.

| Intervalles. | $K_0$. | $(\varepsilon\varepsilon)$. | Remarques. |
|---|---|---|---|
| 1871-1891..... | 44″,6318 | 1020 | On néglige le terme θ |
| 1881-1891..... | 39,7333 | 820 | » |
| 1871-1881..... | 43,7229 | 496 | On garde le terme θ |
| 1881-1891..... | 39,8033 | 547 | » |

» On voit que l'introduction du terme périodique θ améliore la représentation. On observe aussi que la force résistante a subi une diminution apparente.

» L'objet des trois hypothèses étudiées ensuite est de rechercher la correction de la masse de Mercure, correction que M. Backlund croyait d'abord petite. Si l'on admet pour K une diminution proportionnelle au temps, on trouve qu'elle est insensible, et pour la masse de Mercure on a le nombre indiqué ci-dessous. Prenant K comme constant, on corrige légèrement dans une seconde hypothèse la masse de Vénus d'après le résultat d'une discussion préalable des apparitions de 1819 à 1858. Une troisième hypothèse est calculée conformément à la loi d'Encke, ce qui permet d'apprécier par comparaison les résultats fournis par d'autres lois de résistance.

» Dans tous les cas, il s'agit de la même période 1871-1891.

| Hypothèses. | $K_0$. | Inverse masse ☿. | $(\varepsilon\varepsilon)$. |
|---|---|---|---|
| I....................... | 40″,2301 | 11759000 | 1191 |
| II....................... | 39,9971 | 9745000 | 1081 |
| III....................... | 42,1099 | 6507000 | 1524 |

» M. Backlund conclut que l'hypothèse d'Encke et aussi toutes celles où les valeurs de γ dépasseraient la moitié des valeurs se rapportant à l'hypothèse d'Encke, sont à rejeter; il faut que γ soit très petit et K presque constant. La masse de Mercure est beaucoup plus petite que la valeur admise et paraît voisine de $\frac{1}{9745000}$.

» Les anciennes apparitions de 1819 à 1858 vont donner un résultat plus sûr : les perturbations de l'anomalie moyenne de la comète par Mercure montent en effet dans cette période à près de 13′, et seulement à 59″ dans la période 1871-1891.

» Pour les discuter, M. Backlund remarque qu'un système d'éléments

approchés étant connu ainsi que les écarts avec les observations, on peut obtenir pour chaque apparition des valeurs de l'anomalie moyenne ayant la précision des observations. On relie ensuite les différentes apparitions, en tenant compte des petites corrections de l'anomalie moyenne, du moyen mouvement de la masse de Vénus et de celle de Mercure supposée de $\frac{0,6}{5000000}$. On effectue parallèlement les deux calculs correspondant à la loi d'Encke et à l'hypothèse $\gamma = 0$.

» Voici les résultats :

| Hypothèses. | Limites des résidus. | | |
|---|---|---|---|
| Encke......... | $-9'',99$ | $+7'',56$ | 310 |
| $\gamma = 0$.......... | $-7,02$ | $+5,53$ | 201 |

» Les observations sont donc mieux représentées si $\gamma = 0$; dans les deux cas, il y a d'ailleurs une correction négative pour la masse de Mercure, et il vient, en adoptant $\gamma = 0$,

$$\text{masse de Mercure} = \frac{1}{9647000}.$$

» Elle s'accorde avec celle déduite de la période 1871-1891, pour laquelle on a été aussi conduit à admettre $\gamma = 0$.

» M. Backlund s'est assuré qu'en laissant de côté diverses apparitions, par exemple celles qui terminent la période et durant lesquelles la résistance a pu commencer à varier, en remplaçant $\gamma$ par $\frac{\gamma}{2}$, ce qui revient à prendre une autre hypothèse de résistance, la masse déduite pour Mercure change à peine.

» Dans une discussion définitive, il est amené à traiter l'ensemble de quatre-vingt-huit équations de condition contenant, outre les six éléments de l'orbite, le quotient $\frac{d\varphi}{dt}$ et les corrections des masses de Mercure et de Vénus. Les équations de condition ont été traitées dans six hypothèses différentes, comme le montre le Tableau ci-dessous :

*Valeurs de l'inverse de la masse de Mercure.*

| Hypothèses. | En prenant θ. | En laissant θ. |
|---|---|---|
| Ensemble des apparitions.............. | 9606000 | 9732000 |
| En éliminant la variation de $K_0$......... | 9739000 | 9765000 |
| En excluant l'apparition de 1838........ | 9648000 | 9701000 |

» De là résulte que la masse de Mercure a pour valeur très approchée $\frac{1}{9700000}$. On peut dire que c'est la première fois qu'on a réussi à déterminer la masse de Mercure d'après le mouvement de la comète d'Encke; les anciennes déterminations reposaient sur des valeurs inexactes des perturbations.

» Il est à croire que l'influence du milieu résistant n'a qu'une faible part sur le résultat actuel également fourni par les combinaisons variées des équations de condition et par les deux périodes 1819-1858, 1871-1891.

» Que donne la discussion des observations à l'égard du milieu résistants?

» Les conclusions de M. Backlund, pour être ici moins nettes, n'en offrent pas moins de l'intérêt. M. Backlund est conduit à rejeter les milieux résistants à densité continue.

» La discussion des observations a conduit, en effet, à des valeurs de $\gamma$ petites; on a

$$0 < m + 2n - 1 < 1.$$

» Les observations exigent encore, à cause du rapport de la diminution de l'excentricité à l'accélération du moyen mouvement,

$$m + n > 2.$$

» On déduit de ces deux inégalités

$$1 > m + 2n - 1 > 1 + n;$$

$n$ devrait être négatif, c'est-à-dire que la densité supposée continue du milieu résistant augmenterait avec la distance au Soleil. Dans ce cas, la résistance aurait dû être plus sensible pour d'autres comètes que pour celle d'Encke.

» Ainsi, toutes les hypothèses où la force de résistance est représentée par l'expression $K\frac{v^m}{r^n}$, à deux paramètres, sont contredites par les observations. M. Backlund pense même que toutes les hypothèses de milieu résistant à densité continue doivent être écartées et que la résistance serait localisée en certaines régions : idée bien naturelle quand on a égard à ce que, dans la formation des planètes par la nébuleuse de Laplace, toute la matière des anneaux n'a pas dû être utilisée pour former les planètes, et qu'il circule sans doute le long de leurs orbites des nuages de matériaux très légers.

» Les planètes n'en éprouveraient pas de perturbations notables. Mais, en revanche, les comètes qui traversent dans tous les sens le système solaire pourraient rendre manifeste l'existence de ces régions de résistance.

» Si la comète d'Encke pouvait être suivie loin du périhélie, il y aurait moyen d'éclaircir le mystère. Malheureusement la comète ne fait pas partie de la classe des comètes que M. Barnard a réussi à observer avec précision à une distance du Soleil encore plus grande que le rayon de l'orbite de Jupiter. »

M. L. **Troost** fait hommage à l'Académie de la onzième édition de son « Traité élémentaire de Chimie (notation atomique) ».

## MÉMOIRES LUS.

NAVIGATION. — *Sur le transmetteur automatique des ordres de route.* Note de M. le lieutenant de vaisseau **H. Bersier**.

« L'instrument de navigation que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie a pour objet la transmission automatique, à distance, des indications du compas étalon. Ces indications se produisent en différents points du navire sous forme de signaux qui, d'une part, renseignent le Commandant et l'Officier de quart sur le degré de rectitude de la route; de l'autre, font gouverner l'homme de barre au moyen d'ordres précis. De là, le nom de *transmetteur automatique des ordres de route,* donné à cet appareil. Utile à bord de tous les navires, il le sera d'autant plus sur les cuirassés et sur les croiseurs modernes que, là, les compas de route sont toujours placés dans des régions où le champ magnétique est des plus raréfiés. Ces compas ont, par suite, une sensibilité tout à fait insuffisante.

» Le problème du compas avertisseur a tenté de nombreux chercheurs. Tous sans exception pensaient pouvoir utiliser le heurt de l'aiguille contre des contacts fixes, pour fermer le courant de deux sonneries. Mais la rose est un mobile bien trop délicat pour qu'on puisse l'effleurer en aucune façon; ces chocs l'affolaient, enlevant toute valeur à ses indications. D'ailleurs la fermeture et la rupture du courant étaient très aléatoires.

» L'adoption générale de la rose si parfaite de Sir W. Thomson, qui ne

pèse que 12$^{gr}$ et dont le moment magnétique est très faible, rendait encore plus illusoire toute tentative dans cette voie.

» J'ai pensé que l'étincelle d'une bobine de Ruhmkorff pourrait constituer un lien suffisamment immatériel entre un point de cette rose et un certain nombre de lames verticales isolées, réparties sur la paroi interne de la cuve du compas. Le courant, étant alternatif et d'une intensité d'ailleurs infime, ne dévierait pas la rose. L'expérience a pleinement justifié cet espoir. Dès lors l'appareil a pu être établi comme suit :

» Le courant induit d'une bobine arrive au pivot du compas, saute par étincelle de 1$^{mm}$ sur la chape, suit un fil d'aluminium, formant rayon du point nord de la circonférence de la rose. C'est de l'extrémité de ce fil que jaillit en permanence l'étincelle, trait d'union de 3$^{mm}$ de longueur, sur l'une des six lames reliées à six électro-aimants que le courant induit traverse par conséquent dans son retour à la bobine. Chacun de ces électro-aimants actionne la palette d'un relais, qui envoie le courant général du bord dans une des six petites lampes placées devant l'homme de barre. Il y a d'ailleurs autant de systèmes de six lampes qu'on en veut placer en divers points du navire. C'est également le courant général du bord qui alimente le circuit primaire de la bobine de Ruhmkorff.

» Ainsi apparaît un principe nouveau et fécond : la distribution de l'énergie électrique par le déplacement relatif d'un corps aussi délicat que l'on voudra, sans troubler celui-ci en aucune façon, puisqu'on ne lui fait produire aucun effort, qu'en un mot il ne touche rien. Ce simple transport d'une étincelle peut du reste être l'origine de la mise en jeu d'une énergie aussi forte qu'on le désire. En particulier, celle-ci peut être appliquée à manœuvrer le servo-moteur du gouvernail, au lieu et place de l'homme de barre, supprimant ainsi ses inattentions et lui substituant un mécanisme d'un automatisme rigoureux. Les essais faits à bord du *Neptune* ne laissent aucun doute sur la réussite de cette extension, qui recevra avant peu la sanction de la pratique.

» Pour le moment, ces essais ont mis en lumière la parfaite indifférence de la rose au courant induit, et l'excellence du mode de gouverner par signaux.

« En résumé, dit le rapport de l'escadre, il est acquis que l'on peut » désormais gouverner, d'une façon sûre et facile, d'après les indications » automatiques d'un compas placé dans une position absolument quel- » conque par rapport à la barre. »

» J'ajouterai que la Commission a jugé la route mieux tenue avec le

*transmetteur* que par la lecture directe de la rose, et qu'elle a constaté que les inclinaisons notables du gouvernail qui réduisent toujours la vitesse étaient évitées. Cela s'explique, si l'on considère que l'appareil est caractérisé par un signal *zéro!* d'une sensibilité très grande. L'embardée la plus minime est indiquée par l'extinction d'une des lampes centrales, phénomène des plus apparents.

» Enfin, une des propriétés de cet instrument est aussi l'aisance avec laquelle il permet au commandant d'opérer les changements de route, par une simple rotation imprimée au couvercle-tambour porteur des lames.

» Tel est le dispositif que j'ai l'honneur de faire fonctionner devant l'Académie ([1]). »

ANATOMIE. — *Description d'un faisceau de fibres cérébrales descendantes, allant se perdre dans les corps olivaires (faisceau cérébro-olivaire).* Note de M. Y. Luys.

« Je crois avoir démontré, à l'aide des planches photographiques et des pièces disséquées que j'ai présentées à l'Académie, il y a déjà plusieurs années, dans mon travail sur *l'agencement des fibres cérébrales* (juin 1881), que ces fibres, malgré leur complexité, obéissent à un ordre général et qu'elles présentent des dispositions plus simples qu'on ne pense.

» Ainsi, d'après les recherches de l'Anatomie pathologique et de l'Anatomie comparée, je crois pouvoir formuler les conclusions suivantes :

» I. Les unes, transversales, passent d'un hémisphère à l'autre et forment le système de fibres commissurantes (corps calleux, commissures diverses).

» II. La plupart des autres fibres obéissent à plusieurs centres d'attraction.

» Nées de tous les points de la périphérie corticale, au milieu des réseaux de cellules, elles forment plusieurs systèmes et sont toutes convergentes; les unes se pelotonnent autour de la couche optique et vont se perdre dans ses réseaux : elles constituent le système de fibres *cortico-*

---

([1]) Ce modèle a été construit pour le département de la Marine grâce au bienveillant intérêt qu'a témoigné à mes travaux le commandant Guyou, chef du Service des Instruments nautiques. Qu'il me soit permis de l'en remercier tout particulièrement ici.

*thalamiques*. Elles sont connues isolément sous la dénomination de *couronne rayonnante de Reil* pour la portion moyenne, de *capsule interne* pour la portion antérieure, et de *fibres de Kœlliker* pour la portion postérieure.

» Un second groupe va se perdre dans le réseau du corps strié et du noyau jaune que j'ai particulièrement signalés, dès 1865, à l'attention des anatomistes (système de fibres cortico-striées).

» III. Un troisième groupe de fibres blanches passant sous la couche optique, système cortico-sous-optique, et confondues jusqu'ici sous la dénomination d'*expansion pédonculaire*, va se perdre dans les différents départements de la substance grise des régions protubérantielle et bulbaire (noyau rouge de Stilling, substance grise de la bandelette accessoire que j'ai le premier décrite en 1865, noyau rouge de la protubérance et corps olivaïres).

» On peut donc voir que, si les noyaux centraux opto-striés reçoivent un contingent ascendant de fibres venues de la moelle, contingent sur lequel j'aurai à m'expliquer plus tard, la majeure partie de fibres blanches cérébrales convergent comme des rayons partis de la périphérie d'une sphère creuse, qui se concentreraient vers le noyau central; elles vont donc toutes se perdre dans les différents noyaux centraux.

» C'est, en un mot, l'écorce tout entière qui se relie, par ses fibres blanches, aux différents départements de l'axe.

» Parmi ces faisceaux descendants, il en est un très nettement accusé, sur lequel je viens particulièrement appeler l'attention des anatomistes. C'est un faisceau bilatéral, en forme de bandelette en éventail, qui descend avec le contingent de fibres blanches descendantes. Il passe en arrière de la substance grise de la protubérance, dans une direction curviligne, et gagne ainsi l'extrémité de chaque corps olivaire correspondant; il l'entoure et lui forme une sorte de capsule ovalaire enveloppante, en se moulant sur la périphérie de ses anfractuosités. Il se perd au milieu de ses plis et replis, et forme des fibres afférentes à ces ganglions. Les planches photographiques et les pièces naturelles que je présente donnent une idée indiscutable de cette disposition.

» Les corps olivaires du bulbe, comme les noyaux opto-striés des lobes cérébraux, se trouvent donc, eux aussi, reliés aux éléments multiples de l'écorce, et désormais on peut dire qu'ils forment un système conjugué, dont les éléments sont strictement associés.

» Comme preuve, je rappelle que les corps olivaires sont proportion-

nels comme masse, non pas à la moelle épinière, mais à celle des lobes cérébraux proprement dits.

» Dès l'année 1859, je signalais déjà à la Société de Biologie que, dans la moelle du bœuf et du cheval, les corps olivaires se présentent sous forme de linéament rudimentaire : ce qui prouve que ce ne sont pas des éléments anatomiques liés à ceux de la moelle.

» Chez l'homme, les corps olivaires sont au maximum de développement et proportionnels à la masse cérébrale. L'existence du faisceau que je signale à l'Académie vient donc confirmer ces rapports mystérieux, dont on n'avait pas jusqu'ici trouvé l'explication, et dont la Physiologie est tout entière à faire, puisqu'ils peuvent être considérés comme un des facteurs silencieux de l'activité cérébrale. »

## CORRESPONDANCE.

PHYSIQUE. — *Influence des basses températures sur les lois de la cristallisation.* Note de M. **Raoul Pictet** (¹).

« On sait que la *fixité de la température* d'une liqueur qui cristallise, pendant tout le temps de sa cristallisation, est un fait général, lorsque ce liquide est *homogène* et *pur*. Le point zéro du thermomètre et sa détermination donnent à cette loi une importance capitale.

» J'ai été conduit à constater des anomalies considérables lors de la cristallisation de certains liquides à de basses températures, notamment en opérant sur le chloroforme pur.

» Ces anomalies se répétant sur d'autres corps, soit purs, soit mélangés, tels que l'acide sulfurique à divers degrés de concentration, l'acide chlorhydrique, l'alcool plus ou moins étendu, etc., j'ai trouvé la loi de ces phénomènes, telle qu'elle se dégage de plusieurs centaines d'observations et d'expériences de vérification.

» Exposons d'abord les conditions *physicothermiques* de la cristallisation d'un liquide quelconque. Nous prenons une éprouvette de verre pleine de liquide observé, et nous la plaçons dans une enceinte froide, dont la température soit *plus basse* que le point de cristallisation du liquide donné. Cet écart de température peut présenter des valeurs très diverses. Admet-

(¹) Voir *Comptes rendus* de la séance du 24 septembre.

tons que tous les phénomènes de *surfusion* soient écartés, et que la paroi de l'éprouvette soit déjà recouverte d'une couche de cristaux : assistons au dépôt d'un cristal élémentaire, au moment de sa formation.

» Deux ou plusieurs molécules liquides chutent les unes sur les autres en perdant de la force vive pendant cette chute, comme le feraient des balles élastiques tombant d'une certaine hauteur sur un sol de marbre ou d'ivoire. Ces balles rebondissent d'abord à des hauteurs voisines de leur point de départ pour perdre l'amplitude de relévation au prorata de la *perte de l'énergie actuelle*.

» Or la perte de force vive des molécules liquides est composée de deux facteurs : 1° *la perte par conductibilité;* 2° *la perte par rayonnement*.

» En effet, au moment du contact de deux molécules liquides qui cristallisent, les molécules solides *d'attache* du cristal en formation reçoivent un choc, dont elles absorbent par contact une partie de l'énergie pour la propager à l'intérieur des autres particules solides avec lesquelles elles sont intimement liées : c'est la *chaleur emportée par voie de conductibilité*.

» De plus, au moment de cette chute moléculaire, pendant le passage de l'état liquide à l'état solide, une *onde calorifique* se forme dans l'éther entourant les molécules, et porte dans les milieux voisins une autre quantité d'énergie avec une vitesse de 300 000$^{km}$ par seconde, vitesse de la lumière et de la propagation de la chaleur par rayonnement.

» Ces quantités de chaleur, intégrées entre le moment où le phénomène de chute *commence* et celui où le cristal est *formé*, donnent la *chaleur latente* de cristallisation, si on l'intègre par rapport à l'unité de poids.

» Examinons maintenant les deux cas suivants :

» 1° Le liquide et son cristal *sont adiathermanes* pour la *chaleur obscure;* 2° ils sont au contraire *diathermanes* pour la chaleur obscure.

» Prenons d'abord *l'eau,* correspondant parfaitement au premier cas. Nous mettons une éprouvette pleine d'eau dans une enceinte à −5°, −10° ou −100°; nous voyons apparaître un cristal à l'intérieur de l'éprouvette. En menant un plan tangent à l'éprouvette par le point de cristallisation, nous partageons la chaleur dégagée en deux demi-sphères; l'une pénètre dans le cristal déjà formé, l'autre dans le liquide restant. Le cristal absorbe d'abord la chaleur par conductibilité, pour la porter dans l'enceinte froide avec une vitesse proportionnelle à l'écart de température; quant à la demi-sphère de l'onde calorifique rayonnante, le cristal la transforme immédiatement en chaleur actuelle, et l'enlève aussi par conductibilité. Pour la chaleur qui entre dans le liquide, soit par conductibilité, soit par rayonne-

ment, elle tendrait à élever la température du liquide et à paralyser la cristallisation, en portant la température *au-dessus* du point de cristallisation. La chaleur rayonnante étant, dans le liquide, transformée en chaleur actuelle, le liquide se tiendra forcément et constamment au point le *plus élevé* compatible avec la cristallisation, de telle sorte que toute la chaleur fournie à chaque instant au liquide soit enlevée *par conductibilité* par les parois. De là, la parfaite fixité du zéro.

» Si nous passons maintenant au second cas, nous verrons que les phénomènes sont tout autres. En effet, si les parois enlèvent, comme précédemment, une partie de la chaleur par conductibilité, l'onde calorifique rayonnante passe instantanément au travers des cristaux formés, pour aller dans l'enceinte froide; l'écart de température entre cette enceinte et le point de cristallisation du liquide va jouer, dans ce cas, un rôle très important, car l'enlèvement de la chaleur due au rayonnement se fera directement, sans transformation en chaleur actuelle dans les cristaux diathermanes. De même pour la chaleur envoyée au liquide; elle traversera ce liquide et se propagera jusqu'au centre, chauffant ce liquide dans toute sa masse et non plus seulement au contact avec les cristaux. Cette situation nouvelle, créée par la diathermanéité des cristaux et dû liquide, rompt l'équilibre nécessaire dans le premier cas. Voici comment se passent alors les phénomènes de cristallisation. La surface de contact entre le liquide et le cristal est seule à la *température vraie* de cristallisation; mais, à partir de ce plan de séparation, la température baisse rapidement dans l'intérieur de la couche des cristaux déjà formés et *monte* à l'intérieur du liquide, au prorata de l'intensité des ondes calorifiques qui se transforment partiellement en chaleur actuelle, la *diathermanéité* du liquide n'étant pas parfaite.

» Plus l'écart de température entre l'enceinte froide et le point de cristallisation du liquide est grand, plus la *perte de chaleur* que subit le cristal en formation est considérable, et plus grand aussi est l'écart entre la température du liquide au centre de l'éprouvette et le point de congélation : le liquide indique une température sensiblement plus élevée. Cette élévation de température se limite aussi d'elle-même, car le rayonnement du liquide *au travers du cristal* lui fait perdre de l'énergie, et compense l'afflux de chaleur rayonnante due à la cristallisation.

» Or, nous savons maintenant que tous les corps refroidis au-dessous de 70° *deviennent diathermanes*, et d'autant plus diathermanes qu'ils sont plus refroidis; il n'est donc pas étonnant que l'on trouve une température de $-68°,5$ dans du chloroforme liquide, qui cristallise à $-83°$ sur les

parois du cristal, lorsque l'enceinte extérieure est à — 120° ou —130°.

» Pour avoir la vraie température de cristallisation des liquides au-dessous de — 50°, il faut régler la température de l'enceinte froide *à la limite supérieure* et cristalliser très lentement. Dès *qu'on abaisse* la température de l'enceinte, on voit immédiatement celle du liquide *s'élever* et donner de fausses indications. »

PHOTOGRAPHIE. — *Sur le développement de l'image latente, en Photographie, par les peroxydes alcalins.* Note de M. **G.-A. Le Roy.**

« L'action réductrice des peroxydes alcalins en solution aqueuse, ou celle de l'eau oxygénée rendue fortement alcaline, est capable de s'exercer sur le bromure ou le chlorure d'argent émulsionnés dans la gélatine, et étendus en surface mince, tels qu'ils se trouvent sur les plaques photographiques, lorsque ces sels d'argent ont subi l'action décomposante de la lumière. Cette réduction s'effectue avec une intensité sensiblement proportionnelle à l'action lumineuse reçue par la surface sensible. Les solutions aqueuses des peroxydes alcalins sont donc capables de révéler l'image photographique latente, obtenue avec les émulsions au gélatino-bromure ou au gélatino-chlorure d'argent.

Il faut toutefois observer que le pouvoir révélateur des peroxydes alcalins est inférieur à celui que présentent les substances habituellement employées en Photographie. Le temps d'exposition à la lumière doit être augmenté. En outre, l'image révélée, formée d'argent métallique mélangé à des oxydes d'argent, perd de son intensité dans les solutions d'hyposulfite ou de sulfocyanure, employées ultérieurement comme bains fixateurs. »

CHIMIE. — *Action du phosphure d'hydrogène sur le potassammonium et le sodammonium.* Note de M. **A. Joannis.**

« *Action du phosphure d'hydrogène sur le potassammonium.* — Quand on fait arriver du phosphure d'hydrogène dans le potassammonium dissous dans de l'ammoniac liquéfié, on constate qu'une réaction se produit; le phosphure d'hydrogène disparaît peu à peu, en même temps que de l'hydrogène se dégage. Dans le tube où se fait l'expérience, on voit se former un liquide qui ne se mêle pas à la solution ammoniacale d'ammonium alcalin,

mais qui dissout cependant une petite quantité de ce corps. Lorsque la réaction est presque terminée, le potassammonium restant nage, sous forme de gouttelettes qui paraissent huileuses, au-dessus de l'autre liquide. Puis, lorsque la réaction est terminée, ces gouttelettes ont disparu et l'on a un liquide très réfringent, rappelant, à ce point de vue, le sulfure de carbone; si on laisse alors partir l'ammoniac en excès, il se dépose de fines aiguilles d'un corps blanc, qui a pour composition $PhH^2K$ : c'est un composé analogue à l'amidure de potassium $AzH^2K$ et que l'on peut appeler par analogie *phosphidure de potassium*. Ce composé, qui n'avait pas encore été obtenu bien que l'amidure soit connu depuis Gay-Lussac, se trouve ainsi préparé à un grand degré de pureté ([1]).

» *Action du phosphure d'hydrogène sur le sodammonium*. — Lorsqu'on fait agir du phosphure d'hydrogène sur une solution de sodammonium faite dans l'ammoniac liquéfié, on observe d'abord les mêmes phénomènes qu'avec le potassammonium : disparition du phosphure d'hydrogène, mise en liberté d'une quantité d'hydrogène qui correspond à la formation d'un phosphidure de formule $PhH^2Na$. On voit aussi, vers la fin de l'expérience, des gouttes de sodammonium, avec leur couleur mordorée, flotter à la surface d'un liquide incolore, réfringent, et ayant, à cause de cela, l'apparence de sulfure de carbone; ce liquide se prend en masse quand on le refroidit fortement. Si l'on maintient, au contraire, le tube à 0°, la masse reste liquide et, si on laisse partir tout l'ammoniac qui peut s'échapper à cette température, on n'obtient pas, comme avec le potassium, de masse solide cristallisée. La matière est encore liquide; elle contient à la fois du phosphidure de sodium et de l'ammoniac. Le tube, ayant dégagé tout l'ammoniac qu'il pouvait perdre à 0° sous la pression atmosphérique, a été pesé après un séjour de quarante-huit heures dans la glace; puis on l'a laissé revenir à la température ambiante (13°); il a perdu une nouvelle quantité d'ammoniac, que l'on a déterminée par une nouvelle pesée. On

---

([1]) C'est ce que montrent les deux analyses suivantes :

| | Calculé $PhH^2K$. | Trouvé. I. | Trouvé. II. |
|---|---|---|---|
| K | 54,16 | 53,29 | 54,27 |
| Ph | 43,06 | 43,00 | 44,54 |
| H | 2,78 | 2,80 | 2,89 |
| | 100,00 | 99,09 | 101,70 |

l'a alors chauffé à 65°; la matière a cristallisé et a perdu une nouvelle quantité de gaz ammoniac, que l'on a encore déterminée par la pesée. Entre 65° et 69°, un peu de phosphure d'hydrogène ($0^{cc},3$) a commencé à se dégager; on a cessé de chauffer. Il est peu probable, d'après la façon dont l'ammoniac s'est dégagé, que le liquide, stable à 0°, soit une combinaison définie; pour une molécule de phosphidure de sodium, on a trouvé qu'il s'était dégagé $2^{mol},87$ d'ammoniac. On peut aussi enlever tout l'ammoniac en faisant le vide dans le tube; on obtient ainsi un corps solide, blanc, toujours souillé d'un peu de phosphure jaune $PhNa^2$ (1).

» La chaleur détruit ces composés, par une réaction analogue à celle qui transforme l'amidure en azoture

$$3PhH^2K = 2PhH^3 + PhK^3.$$

» L'eau les décompose, en mettant aussi en liberté du phosphure d'hydrogène.

» J'ai fait réagir, sur ces composés dissous dans l'ammoniac liquéfié, du protoxyde d'azote; l'action est bien différente de celle que j'avais obtenue avec les amidures alcalins dans les mêmes conditions (*Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 715). Tandis qu'avec ces derniers composés il se forme de l'azoture de sodium $Az^3Na$, sel de l'acide azothydrique, le protoxyde d'azote étant absorbé sans mise en liberté d'azote, ici, au contraire, avec les phosphidures, il se dégage un volume d'azote égal au volume du protoxyde employé. J'étudie en ce moment les autres produits de la réaction. »

CHIMIE. — *Recherches sur le picrate mercurique.* Note de M. **Raoul Varet.**

« Liebig, en dissolvant de l'oxyde de mercure dans l'acide picrique, obtint des cristaux orangés, qu'il dit être le picrate mercurique; cependant,

(1) Voici les résultats de trois analyses :

| | Calculé $PhH^2Na$. | Trouvé. I. | II. | III. |
|---|---|---|---|---|
| Na.......... | 41,07 | 40,34 | 40,62 | 42,09 |
| Ph.......... | 55,36 | 56,05 | 55,59 | 54,62 |
| H........... | 3,57 | 3,61 | 3,79 | 3,29 |
| | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,70 |

il ne fit pas connaître la composition exacte de ce composé. J'ai repris l'étude de ce sel, afin de déterminer les principales données thermochimiques qui le concernent.

» I. *Préparation.* — A une solution d'acide picrique ($45^{gr},8$ d'acide dissous dans $2^{lit}$ d'eau) maintenue vers 80°, on ajoute, par très petites quantités, de l'oxyde jaune de mercure récemment précipité et non desséché [$21^{gr},6$ de HgO pour $45^{gr},8$ de $C^6H^2(AzO^2)^3OH$]. Au début, l'oxyde de mercure se dissout aisément, puis la dissolution devient plus difficile et il est nécessaire de chauffer plusieurs heures pour achever complètement la saturation de l'acide picrique. La liqueur filtrée et concentrée doucement abandonne par refroidissement de belles aiguilles brillantes, orangées. Séchées entre des doubles de papier, elles répondent à la formule

$$Hg[C^6H^2(AzO^2)^3O]^2 + 4H^2O.$$

» II. *Propriétés.* — Ce corps est assez soluble dans l'eau; la solution ainsi obtenue peut être portée à l'ébullition sans qu'il se produise de sel basique, ce qui contraste avec l'acétate de mercure observé par M. Berthelot. Chauffé à 130°, il se déshydrate complètement, en se décomposant légèrement; on constate en effet la volatilisation d'une très petite quantité d'acide picrique.

» III. *Données thermiques.* — J'ai mesuré la chaleur de neutralisation de l'acide picrique par l'oxyde de mercure, par la méthode rigoureuse des doubles décompositions réciproques. J'ai employé trois procédés différents :

1° $\begin{cases} Hg[C^6H^2(AzO^2)^3O]^2 \text{ 1 mol.} = 32^{lit} + 2HCl \text{ 1 mol.} = 8^{lit} \text{ dégage} \ldots\ldots & +13^{Cal},6 \\ HgCl^2 (\text{1 mol.} = 8^{lit}) + 2C^6H^2(AzO^2)^3OH \text{ 1 mol.} = 20^{lit} \text{ dégage} \ldots\ldots & 0^{Cal},0 \end{cases}$

» On a d'ailleurs, d'après les expériences de M. Berthelot,

$HgO$ précipité $+ 2HCl$ étendu $= HgCl^2$ dissous $+ H^2O$ vers 12°......... $+19^{Cal},6$

» D'où l'on tire

$HgO$ précipité $+ 2C^6H^3(AzO^2)^2O$ dissous............................ $+ 6^{Cal},0$

2° $\begin{cases} Hg[C^6H^2(AzO^2)^3O]^2 \text{ 1 mol.} = 32^{lit} + 2HCy \text{ 1 mol.} = 8^{lit} \text{ dégage vers 12°} \ldots & 24^{Cal},44 \\ HgCy^2 (\text{1 mol.} = 8^{lit}) + 2C^6H^2(AzO^2)^3OH \text{ 1 mol.} = 20^{lit} \text{ dégage vers 12°} \ldots & 0^{Cal},04 \end{cases}$

» On a, d'après M. Berthelot,

$HgO$ précip. $+ 2HCy$ étendu $= HgCy^2$ diss. $+ H^2O$..................... $+ 31^{Cal},0$

D'où l'on conclut pour l'acide picrique $+ 6^{Cal},4$

3° $\begin{cases} Hg[C^6H^2(AzO^2)^3O]^2 (\text{1 mol.} = 32^{lit}) + 2NaCl (\text{1 mol.} = 8^{lit}) \text{ dégage vers 12°.} & 13^{Cal},77 \\ HgCl^2 (\text{1 mol.} = 8^{lit}) + 2C^6H^2(AzO^2)^3ONa \text{ 1 mol.} = 20^{lit} \text{ dégage vers 12°} \ldots & 0^{Cal},07 \end{cases}$

d'où l'on conclut, d'après les chaleurs de formation du chlorure et du picrate de sodium (qui sont égales) et celle du chlorure de mercure, $+ 6^{Cal},3$. La moyenne générale est $+ 6^{Cal},2$.

» IV. Pour mesurer la chaleur de formation de l'hydrate du picrate de mercure, j'ai dissous le sel anhydre et son hydrate dans une même solution de chlorure de sodium :

| | |
|---|---|
| Dissolution de $Hg[C^6H^2(AzO^2)^3O]^2 4H^2O$ dans $2NaCl$ étendu dégage vers 12°.. | $1^{Cal},3$ |
| Dissolution de $Hg[C^6H^2(AzO^2)^3O]^2$ dans $2NaCl$ étendu dégage vers 12°..... | $9^{Cal},0$ |

» De ces nombres on déduit :

| | Cal |
|---|---|
| Picrate mercurique + $4H^2O$ liquide.................................. | + 7,7 |
| Chaleur de dissolution du picrate mercurique anhydre dans l'eau pure.... | − 4,7 |
| Chaleur de dissolution du picrate mercurique hydraté.................. | −12,4 |

| | |
|---|---|
| $HgO$ précip. + $2C^6H^2(AzO^2)^3OH$ diss.<br>= $Hg[C^6H^2(AzO^2)O]^2$ diss. + $H^2O$ liq. dégage...................... | + 6,2 |
| $HgO$ précip. + $2C^6H^2(AzO^2)^3OH$ sol.<br>= $Hg[C^6H^2(AzO^2)O]^2$ sol. + $H^2O$ sol. absorbe...................... | − 4,0 |
| $2[C^6$ diam. + $H^2$ gaz + $Az^3$ gaz + $O^6$ gaz + O gaz] + Hg liq.<br>= $Hg[C^6H^2(AzO^2)^3O]^2$ sol. dégage.............................. | +44,35 |

» *Conclusions.* — Si nous comparons ces chiffres à ceux qui ont été obtenus par M. Berthelot, pour l'acétate, le chlorure et le cyanure de mercure, autres sels solubles du même métal, nous voyons que le picrate vient se ranger à côté de l'acétate, dont la chaleur de neutralisation par $HgO$ dégage $+6^{Cal},0$.

» On remarquera aussi que, tandis que l'acide picrique, opposé à l'acide cyanhydrique vis-à-vis de la potasse, le déplace dans la dissolution même et sans précipitation, avec un dégagement de chaleur de $+10^{Cal},7$ qui répond à la prépondérance thermique du premier acide vis-à-vis de cette base, au contraire, vis-à-vis de l'oxyde de mercure, c'est l'acide cyanhydrique qui déplace complètement l'acide picrique, avec mise en liberté de $12^{Cal},2$ pour chaque molécule d'acide, ce qui répond à l'inversion thermique des deux acides en présence de l'oxyde de mercure.

» Ces renversements d'affinité sont à rapprocher de ceux que M. Berthelot a fait ressortir pour les acides halogénés ainsi que pour les acides acétique et oxalique, opposés vis-à-vis de l'oxyde de mercure : ils constituent l'une des démonstrations les plus décisives à l'appui du principe du travail maximum. »

CHIMIE. — *Action de l'acide picrique et des picrates sur les cyanures métalliques. Les isopurpurates.* Note de M. **Raoul Varet.**

« Les résultats obtenus au cours des recherches qui font l'objet de la précédente Note permettent de vérifier et de compléter une relation que j'avais formulée comme conclusion d'un travail sur la formation des isopurpurates (*Comptes rendus,* t. CXII, p. 339); à savoir que :

» Dans l'action de l'acide picrique et des picrates sur les cyanures métalliques, il y a formation d'isopurpurates toutes les fois que l'acide picrique déplace l'acide cyanhydrique du cyanure mis en réaction; tandis que cette formation n'a pas lieu lorsque c'est l'acide cyanhydrique qui déplace l'acide picrique, ces déplacements inverses étant prévus et vérifiés d'après les valeurs thermiques de neutralisation.

» Ainsi, avec le cyanure de zinc, par exemple, le calcul donne

$$\begin{aligned}&ZnCy^2 \text{ sol.} + 2C^6H^2(AzO^2)^3OH \text{ diss.}\\&\quad = [C^6H^2(AzO^2)^3O]^2Zn \text{ diss.} + 2HCy \text{ diss. dégage} \ldots\ldots \quad +5^{Cal},88.\end{aligned}$$

» Le cyanure de zinc engendre en effet des isopurpurates. Il en est de même, comme on sait, du cyanure de potassium, pour lequel la différence thermique calculée est plus considérable encore : au contraire, avec le cyanure de mercure, la réaction

$$\begin{aligned}&HgCy^2 \text{ diss.} + 2C^6H^2(AzO^2)^3OH \text{ diss.}\\&\quad = [C^6H^2(AzO^2)^3O]^2Hg \text{ diss.} + 2HCy \text{ diss. absorberait} \ldots\ldots \quad -24^{Cal},3.\end{aligned}$$

» L'expérience montre en effet que, dans ce cas, il n'y a pas réaction, et il ne se forme pas d'isopurpurate.

» J'ai vérifié la généralité de la relation que je viens de signaler, en étudiant d'une façon méthodique l'action de l'acide picrique et celle des picrates, d'une part sur les cyanures de potassium, de sodium, de lithium, de baryum, de strontium, de calcium, de magnésium, de cadmium, de zinc, cyanures qui forment tous des isopurpurates. Au contraire, les cyanures de mercure, de cuivre, d'argent, sont indécomposables par une solution d'acide picrique, même bouillante, et ils ne forment pas d'isopurpurates. On voit par là, une fois de plus, comment la prévision des réactions industrielles peut se déduire des théories thermochimiques. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Propriétés antiseptiques des vapeurs de formol (ou aldéhyde formique).* Note de **M. A. Trillat**, présentée par M. Friedel.

« En 1891, dans un procédé d'application des propriétés antiseptiques des vapeurs de formol, j'ai spécifié que la désinfection pouvait être obtenue par l'emploi de ce corps, soit à l'état solide, soit à l'état liquide, soit à l'état gazeux. J'ai ensuite établi [1], en collaboration avec M. le Dr Berlioz, l'action microbicide de l'air imprégné des vapeurs de formol sur les bacilles salivaires, les bacilles de la décomposition, le *bacillus anthracis*, le bacille d'Eberth, le coli-bacille, etc. Enfin, j'avais démontré [2] que le voisinage d'un linge imbibé d'une faible solution de formol est capable d'arrêter la putréfaction de la viande, et décrit un procédé de désinfection [3] basé sur cette propriété.

» Ce procédé, quoique simple, offrait quelques inconvénients, notamment celui d'avoir à se procurer le formol. J'ai exécuté les expériences suivantes avec l'appareil même de production du formol, de dimensions réduites et présentant quelques modifications.

» L'appareil a la forme d'un pulvérisateur ou d'une espèce de lampe; il peut transformer par jour jusqu'à 5kg d'alcool méthylique en vapeurs de formol. Le rendement en formol est d'environ 25 pour 100 de l'alcool brûlé.

» Dans une première série d'expériences, j'ai cherché à savoir : 1° Si l'action antiseptique des vapeurs produites par l'appareil dans une salle s'exerçait en haut comme en bas; 2° quelle devait être la durée de l'action pour tuer les germes; 3° la quantité d'alcool brûlé. J'ai construit une petite échelle sur laquelle se trouvaient, à des hauteurs différentes, des assiettes contenant des balayures d'hôpital [4], préalablement desséchées pour la comparaison des expériences. L'appareil à formol étant placé

---

(1) Trillat, *Comptes rendus*, 30 mai 1892. — Berlioz et Trillat, *ibid.*, 1er août 1892.

(2) *Moniteur scientifique*, 1892.

(3) Brochure *Sur le formol*, février 1894.

(4) L'action antiseptique des vapeurs d'aldéhyde formique sur les poussières sèches a été mise en évidence par le travail si remarquable et si complet de M. le Dr Miquel [*De la désinfection des poussières d'appartement* (*Annales de Micrographie*, juillet 1894)].

dans des pièces de capacité variable, de 20$^{mc}$ à 300$^{mc}$, fonctionnait pendant des espaces de temps déterminés, au bout desquels des prélèvements étaient effectués, déposés dans des bouillons et mis ensuite en observation pendant quinze jours. — *Résultats :* l'action des vapeurs s'est exercée en haut comme en bas de l'échelle; dans une salle de 20$^{mc}$, les germes ont été tués en huit heures; le poids de l'alcool méthylique brûlé a été de 0$^{gr}$,200; dans une salle de 300$^{mc}$, le même résultat a été obtenu en vingt-quatre heures; poids de l'alcool brûlé 2$^{kg}$.

» Dans une deuxième série d'expériences, j'ai étudié l'influence de l'humidité sur l'action antiseptique des vapeurs; les balayures précédentes ont été humectées dans ce but avec des quantités variant de 3 pour 100 à 20 pour 100 d'eau. — *Résultats :* la présence de l'eau ralentit l'action antiseptique du formol proportionnellement au degré d'humidité.

» Dans une troisième série d'expériences, j'ai badigeonné, avec des boues riches en bactéries de tous genres, des parois de murs, des étoffes et divers objets; après chaque expérience, des raclages étaient effectués et déposés dans des bouillons stérilisés. — *Résultats pour une expérience :* durée du fonctionnement de l'appareil, dix heures, capacité de la salle, 50$^{mc}$; quantité d'alcool brûlé 0$^{kg}$,650. Les bouillons ensemencés sont restés clairs après quinze jours.

» L'expérience typique suivante mérite d'être signalée et résume les essais.

» Dans une chambre de malade d'une contenance de 45$^{mc}$ et pourvue de tous ses meubles, tentures et objets divers de toute nature, l'appareil à production de formol a fonctionné pendant quatre heures seulement. Après ce laps de temps, j'ai ensemencé des bouillons vierges avec des débris provenant des raclages du plafond, du plancher et de la surface des objets; dans d'autres bouillons, j'ai déposé des petits carrés de papier, d'étoffe, des fragments de bois, qui avaient été trempés dans des bouillons riches en colonies charbonneuses ou légèrement badigeonnés avec des crachats tuberculeux. Tous les bouillons sont restés clairs après quinze jours; quelques-uns se sont légèrement troublés après vingt-cinq jours d'observation.

» Dans cette expérience, des étoffes épaisses, des papiers ont été traversés de part en part par les vapeurs de formol; j'ai même constaté que celles-ci pénétraient assez profondément le bois.

» Je n'ai observé aucune détérioration sur les métaux, étoffes et instruments de chirurgie; je signale cependant cette particularité, que les soies teintes par les dérivés de la rosaniline deviennent légèrement violettes; celles qui sont teintes avec certaines couleurs azoïques jaunissent un peu. Cette action ne provient pas d'une décoloration, mais d'une transformation de la matière colorante.

» Quant à la persistance de l'odeur, elle ne résiste pas à un violent courant d'air. Elle disparaît rapidement aussi, quand on expose dans la pièce un vase contenant de l'ammoniaque. Ces expériences, dont les détails

seront publiés séparément, sortant du domaine du laboratoire, sont forcément un peu grossières, mais elles mettent en évidence d'une manière frappante l'énergie de l'action antiseptique des vapeurs du formol et la facilité de désinfecter au moyen de l'emploi de l'appareil à production directe des vapeurs de ces corps. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Observations sur les farines.* Note de M. **Balland.**

« Les deux mille cinq cents échantillons de farines, reçus et analysés au Laboratoire de l'administration de la guerre durant la période de septembre 1891 à juin 1894, ont permis de constater les faits suivants :

» 1. La proportion d'eau la plus élevée a été de 16,20 pour 100; la moins élevée a été de 9,40 pour 100. Le maximum du gluten humide a été 47,50 pour 100; le maximum de la matière grasse 3,10 pour 100; le minimum de l'acidité 0,013 pour 100.

» 2. C'est en février que les farines ont présenté le maximum d'hydratation, et en août le minimum. L'acidité a fourni d'excellentes indications sur l'état de conservation des farines : le minimum s'observe en novembre, décembre et janvier; il s'élève pendant les autres mois, et surtout en juillet et août, c'est-à-dire pendant la période la plus favorable à l'évolution des germes contenus dans les farines. C'est ainsi qu'en 1893 le minimum d'acidité, qui était de $0^{gr},013$ pour 100 en janvier, a atteint $0^{gr},037$ pour 100 en août. Il résulte de ces indications que les farines destinées à être conservées en caisses étanches pendant plusieurs années gagneront à être fabriquées et encaissées par un temps sec et froid ; les ferments sont alors inertes et l'on n'a pas à redouter d'autre part la transmission des œufs d'insectes.

» 3. Toutes les relations que j'ai signalées autrefois à l'Académie entre la nature et la qualité des farines et leur composition chimique, au point de vue de l'eau, des matières salines, des matières grasses, de la cellulose, de l'acidité et du gluten, sont confirmées.

» 4. Il n'a été constaté aucune falsification par addition de matières minérales ou de farines étrangères au blé (légumineuses, pommes de terre, seigle, riz, maïs, etc.). Les motifs de refus invoqués par la Commission chargée d'examiner les farines après l'analyse et la panification, reposent presque uniquement sur la présence d'un excès de bas produits (queues

de moutures) ou sur le mauvais état de conservation de la denrée [1]. Dans le premier cas, la matière grasse est plus élevée; dans le second cas, c'est l'acidité. Le maximum d'acidité a été de $0^{gr},278$ pour 100; les acidités les plus élevées s'observent toujours dans les farines en voie d'altération, chez lesquelles le gluten et la matière grasse sont au-dessous du minimum ordinaire.

» 5. Le rapport du gluten humide au gluten sec ne peut être nettement déterminé, car chaque gluten présente une hydratation différente. Le gluten le plus hydraté contenait 71,13 pour 100 d'eau et le moins hydraté 52 pour 100. Dans les farines de premier choix du commerce, l'hydratation est voisine de 70 pour 100; dans les farines de qualité moyenne, comme celles qui sont consommées par les troupes, elle serait comprise entre 62 et 65 pour 100. La proportion des deux tiers d'eau (66 à 67 pour 100), admise par les auteurs comme moyenne générale, est trop absolue.

» Les meilleures farines, au point de vue de la panification, sont celles dont le gluten retient la plus forte quantité d'eau.

» Il y a une relation entre l'hydratation du gluten et l'état de conservation de la farine représenté par son acidité : la quantité d'eau retenue par le gluten diminue lorsque l'acidité augmente. C'est une bonne indication en matière d'expertise.

» Le taux minimum des matières azotées insolubles, généralement représenté, dans les cahiers des charges des diverses administrations, par le poids du gluten humide, serait plus exactement défini par le poids du gluten sec.

» 6. L'aleuromètre Boland, cité par les Ouvrages classiques comme devant donner de précieux renseignements sur l'aptitude des farines à la panification, a fourni les résultats les plus contradictoires. L'emploi de cet appareil n'est pas à recommander.

» 7. Les farines de même provenance ont un taux de gluten variable suivant les années. Les farines indigènes de la récolte de 1892 sont plus pauvres en gluten que celles de la récolte de 1891; celles de 1893 sont elles-mêmes plus riches que ces dernières.

---

(1) Parmi les autres causes de refus signalées par la Commission d'expertises, qui comprenait un fonctionnaire de l'intendance, un pharmacien militaire, un officier d'administration des subsistances et deux experts civils appartenant à la Chambre commerciale de Paris, on peut citer l'insuffisance de gluten, le craquement sous la dent, dû à des blés mal nettoyés, et une saveur anormale (ail).

» 8. En dehors de ces considérations, le fonctionnement régulier du laboratoire des Invalides a eu pour effet direct d'améliorer l'alimentation du soldat, en écartant des approvisionnements militaires les produits les plus inférieurs des moutures ([1]). La caractéristique des farines destinées à l'armée étant, d'autre part, mieux définie, les instructions nouvelles sur cette partie du service des vivres acquerront plus de précision. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'extrémité antérieure de la corde dorsale chez les Vertébrés supérieurs.* Note de M. G. Saint-Remy, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Parmi les nombreux auteurs qui ont observé l'extrémité antérieure de la corde dorsale, aucun ne s'est occupé jusqu'ici des phénomènes histologiques qui en déterminent la destruction. Nous avons étudié spécialement à ce point de vue les embryons de divers Mammifères, Oiseaux et Reptiles.

» Chez tous les Amniotes, la portion terminale antérieure de la corde dorsale se coude pour s'insérer sur l'épithélium, en formant un angle plus ou moins prononcé, parfois très ouvert comme chez le Rat : on peut donc toujours distinguer une branche ascendante, terminaison de la portion principale de la corde, et une branche descendante.

» Celle-ci disparaît constamment de très bonne heure, par la désagrégation de ses éléments qui deviennent des cellules du tissu conjonctif embryonnaire.

» Le sommet de l'angle et même une partie de la branche ascendante peuvent également disparaître. Toutefois, chez les Mammifères et les Reptiles, il paraît constant que l'angle s'épaissit d'abord et bourgeonne en produisant un bouton ou bourgeon terminal, parfois considérable (Brebis, Couleuvre à collier). Cette formation secondaire disparaît ensuite, en gé-

---

([1]) Les cours des farines, relevés en fin de chaque mois dans le journal *La Meunerie française*, ne laissent aucun doute à cet égard. En septembre 1891, avant le fonctionnement du laboratoire, on constate que les farines bises « sont très demandées et les prix fermement tenus » ; puis les acheteurs deviennent de plus en plus rares et les mentions suivantes de se renouveler sans cesse : « tendances faibles en petites farines ; les affaires en farines bises sont presque nulles ; les farines bises sont de plus en plus délaissées, etc. » Des petites farines et des farines de premier passage, qui en 1891 étaient enlevées couramment à $20^{fr}$ et $25^{fr}$ les $100^{kg}$, ne trouvent plus d'acquéreurs à $15^{fr}$.

néral, par le même procédé de désagrégation que la branche descendante, parfois aussi en se transformant en cartilage (Brebis). Ce bourgeon est l'homologue de la *poche palatine*, décrite par Selenka chez l'Opossum, et qui existerait aussi comme poche creuse chez la Taupe (Kann). Chez aucun des animaux étudiés par nous, cette formation ne présente de cavité : elle paraît n'être absolument qu'une formation dégénérative, opinion que Selenka lui-même n'a pas repoussée. Chez les Oiseaux, le bourgeonnement terminal ne se produit pas ; après la disparition de la branche descendante par transformation en tissu conjonctif, l'extrémité de la branche ascendante déjà différenciée paraît se détruire à son tour, non par désagrégation de ses éléments, mais par dégénérescence et résorption, les éléments conjonctifs voisins jouant le rôle de phagocytes et faisant disparaître les restes des cellules cordales.

» La transformation des cellules de la corde en tissu conjonctif embryonnaire et en tissu cartilagineux est un fait intéressant, qui peut paraître singulier au premier abord, car la corde et le tissu conjonctif qui l'entoure diffèrent à la fois par leur origine et par leurs caractères. Le tissu cordal représente primitivement une partie constitutive de l'endoderme (entoblaste cordal, O. Hertwig) : c'est donc un mésoblaste épithélial pur, tandis que le tissu conjonctif lâche, dans lequel la corde est située, provient des masses mésenchymateuses latérales. Les éléments de ces deux formations évoluent d'une façon tout opposée; pour produire le tissu différencié de la corde définitive, les cellules deviennent vésiculeuses et, en se comprimant réciproquement, elles forment un tissu d'aspect réticulé, dont les mailles représentent des cavités intracellulaires; les cellules mésenchymateuses forment, elles aussi, un ensemble réticulé, mais c'est par l'extension de prolongements, de ponts intercellulaires, et l'écartement de leurs corps protoplasmiques, et les mailles sont des cavités intercellulaires. Mais, au fond, ces deux sortes d'éléments sont de même nature, puisqu'ils proviennent, en dernière analyse, les uns et les autres, de l'épithélium endodermique. Rien de surprenant alors que les cellules de certaines régions de la corde puissent évoluer dans le même sens que les éléments conjonctifs et se confondre avec eux.

» Nous avons constaté que, chez les Oiseaux aussi, la corde se termine primitivement au point d'insertion de la membrane pharyngienne, comme on l'a montré chez les Mammifères. C'est secondairement, par suite des phénomènes d'accroissement de l'épithélium, qu'elle est déplacée et qu'elle se trouve en relation avec d'autres points. Nous ne croyons donc pas que

la poche de Seessel représente l'extrémité de la corde non développée : nous pensons plutôt, avec Selenka, que cette poche n'a aucune signification morphologique et n'est qu'un sillon formé mécaniquement par la flexion céphalique. D'ailleurs, la poche palatine de l'Opossum s'ouvrirait en arrière de la poche de Seessel. C'est aussi à une cause purement mécanique que nous attribuons le fait que l'épithélium est souvent creusé légèrement en entonnoir, au point où s'insère la corde : cela doit tenir à ce que l'épithélium est retenu en ce point par la branche descendante, qui ne s'accroît pas ou très peu. Cette légère ondulation, forcément secondaire, étant donnée l'insertion primitive de la corde sur la membrane pharyngienne, ne peut être regardée comme représentant l'orifice de la poche palatine. »

ZOOLOGIE. — *Évolution des éléments sexuels chez les Ascidies composées.* Note de M. **Antoine Pizon**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Il existe, chez les Ascidies composées, des relations étroites entre les ascidiozoïdes adultes et les jeunes qu'ils engendrent par voie de bourgeonnement.

» Salensky (¹), chez les larves des *Diplosomidés,* Caullery (²), chez les bourgeons des *Didemnidés* et des *Diplosomidés,* ont récemment mis en lumière la part active que prennent les tubes épicardiques du parent, dans la constitution des nouveaux blastozoïdes. Les résultats auxquels je suis arrivé de mon côté chez les bourgeons de ces deux mêmes familles d'Ascidies composées confirment ceux de Caullery dans leurs traits généraux. De l'ensemble de ces processus, il résulte que, si l'on remonte jusqu'à l'oozoïde fondateur de la colonie, on voit que la cavité branchio-intestinale et le cœur de chaque ascidiozoïde ne sont, en définitive, qu'une production de la cavité endodermique primitive de cet oozoïde. Ce sont des phénomènes de même ordre que ceux que j'ai déjà décrits chez les *Polyclinidés* (³)

(¹) Salensky, *Biol. Centralb.*, 1893, t. XIII.

(²) Caullery, *Sur le bourgeonnement des Didemnidés et des Diplosomidés* (*Comptes rendus,* 20 août 1894).

(³) *Obs. sur le développ. des bourgeons de* Circinalium concrescens *et d'*Amarœcium proliferum (*Bull. des Sciences naturelles de l'Ouest;* 1892).

dont le postabdomen, qui se segmente pour engendrer de nouveaux bourgeons, est précisément parcouru dans toute sa longueur par le tube épicardique, et aussi chez les *Botryllidés* (1), avec cette différence que, chez ces derniers, c'est la paroi péribranchiale, dérivée comme le tube épicardique de la cavité entérique larvaire, qui prolifère pour engendrer de nouveaux bourgeons.

» Mais ces relations étroites entre les ascidiozoïdes adultes d'un cormus et les jeunes qu'ils engendrent par bourgeonnement se montrent encore autrement complètes si l'on considère l'évolution des éléments sexuels, évolution sur laquelle j'ai déjà appelé l'attention à deux reprises (2).

» J'ai montré que, chez les Botryllidés, chaque ascidiozoïde adulte ne conserve que les deux ou trois ovules les plus volumineux de chaque côté de son sac branchial et qu'il lègue les autres, encore trop jeunes pour être fécondés, aux bourgeons qu'il a engendrés et chez lesquels ils sont entraînés par le courant sanguin.

» Chez les *Polyclinidés*, l'ascidiozoïde lègue de même à ses bourgeons les éléments de ses organes génitaux, mais sans intervention du courant sanguin : après la sortie des larves et au moment où le postabdomen se segmente, il existe encore dans ce postabdomen un reste d'ovaire sous forme d'une longue bande cellulaire, creuse sur une partie de son étendue. Cette bande se segmente en même temps que le postabdomen qui la renferme, de sorte que chaque nouveau bourgeon se trouve pourvu dès l'origine d'un petit cordon génital indifférencié, provenant du parent. J'ai observé cette production des éléments sexuels du bourgeon aux dépens de ceux de l'ascidiozoïde progéniteur non seulement chez les *Amarœcium proliferum* et *Nordmanni*, mais aussi chez le *Morchellium argus* et le *Circinalium concrescens* où Caullery (3) ne l'indique qu'avec quelque doute.

» Enfin chez les Ascidies composées de la famille des *Didemnidés* et des *Diplosomidés*, il y a également, comme chez les précédentes, continuité entre le cordon sexuel du parent et celui du bourgeon. Les organes génitaux du jeune ne sont pas des formations absolument nouvelles et indépen-

(1) *Histoire de la blastogénèse chez les Botryllidés* (*Ann. des Sciences nat.*, 1893).

(2) *Congrès des Sociétés savantes*, 1893. *Hist. de la blastogénèse chez les Botryllidés*.

(3) Caullery, *Sur la dégénérescence des produits génitaux chez les Polyclinidés* (*Comptes rendus*, mars 1894).

dantes, dérivées d'une agglomération de cellules du mésenchyme; l'étude de séries non interrompues de coupes microscopiques ne laisse aucun doute à ce sujet.

» Si l'on examine des cormus de Didemnidés et de Diplosomidés (*Did. niveum, Did. cereum, Diplosoma spongiforme*) après la sortie des larves, on trouve qu'il existe généralement à ce moment trois générations d'ascidiozoïdes dérivées l'une de l'autre et inégalement développées :

» 1° Des ascidiozoïdes adultes, ouverts à l'extérieur et complètement indépendants les uns des autres; on n'y trouve aucune trace de tubes vasculaires, tels que ceux qui existent chez les Botryllidés où ils font communiquer ensemble les divers ascidiozoïdes des cormus;

» 2° Chaque adulte est accompagné d'un autre plus jeune constitué, ainsi que l'ont décrit Della Valle et Caullery, par deux bourgeons différents qui à ce moment sont soudés ou sur le point de l'être;

» 3° De légères extraflexions de tubes épicardiques et du tube digestif de ce bourgeon de deuxième génération s'annoncent bientôt et indiquent l'apparition d'un ascidiozoïde de troisième génération.

» J'appelle encore *ascidiodème*, comme chez les Botryllidés, cette triade d'ascidiozoïdes inégalement développés, greffés pour ainsi dire les uns sur les autres et produisant d'une façon constante de nouveaux bourgeons à mesure que disparaissent les anciens.

» L'unité morphologique de cet ascidiodème découle non seulement de la façon dont la cavité branchio-intestinale et le cœur du bourgeon se constituent aux dépens du parent, mais encore de la continuité des éléments sexuels de l'ascidiozoïde progéniteur et de ceux du jeune.

» Chez les adultes, en effet, au moment de la ponte ou après celle-ci, on observe à côté des follicules testiculaires qui se vident par le canal déférent, un cordon ovarien plein, renflé à sa vase, et de la partie inférieure duquel se sont détachés un certain nombre d'ovules qui ont traversé l'exoderme maternel et sont tombés dans la cavité cloacale où ils ont été fécondés.

» Ce cordon plein persiste après la ponte alors que la glande mâle se vide; il se continue, en s'effilant progressivement, au voisinage du canal déférent et ne présente bientôt plus, vers sa partie supérieure, que des cellules indifférenciées. A un certain moment, il quitte le voisinage du tube déférent et va *se prolonger jusque dans la région abdominale du bourgeon de seconde génération,* dont les deux parties constituantes, *bourgeon thoracique* et *bourgeon abdominal,* ne sont pas encore soudées à ce moment. Ce sera aux dépens de ce cordon génital indifférencié, provenant du parent, que se produiront les glandes sexuelles du jeune ascidiozoïde.

» Quand le bourgeon de troisième génération se développe, on peut voir également, sur des séries de coupes, la bande sexuelle de celui de la deuxième génération se prolonger chez ce nouvel ascidiozoïde.

» Ainsi, ces phénomènes si curieux de la transmission des éléments génitaux de l'adulte chez le jeune, qui, après avoir été décrits d'abord

chez les Pyrosomes, avaient paru si étonnants chez les Botrylles et les Botrylloïdes, se généralisent chez les Ascidies composées les plus diverses, et viennent jeter un jour aussi nouveau qu'inattendu sur l'évolution coloniale de ces Tuniciers ([1]). »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur une Chytridinée parasite de la Vigne.* Note de M. A. **Prunet**, présentée par M. Duchartre.

« J'ai montré que les Chytridinées, considérées jusque dans ces derniers temps comme des parasites presque exclusifs des végétaux aquatiques inférieurs, peuvent s'attaquer à des plantes de grande culture comme les céréales. Des recherches multipliées m'ont permis de constater que la Vigne nourrit une Chytridinée dont j'ai pu étudier l'organisation et le développement, et qui en est actuellement l'un des parasites les plus répandus.

» Les zoospores de cette espèce sont arrondies et se meuvent à l'aide d'un cil assez fugace; elles sont nues et renferment une goutte d'huile centrale très réfringente; leur diamètre est compris entre 1,5μ et 2,5μ. Elles ne germent qu'après avoir rétracté leur cil et s'être entourées d'une membrane de cellulose. Elles poussent alors un fin filament qui perce les parois cellulaires et fournit un nombre variable de rameaux qui se comportent comme lui.

» Il se constitue ainsi un mycelium intracellulaire très délicat, difficile à voir, formé de filaments extrêmement fins dont l'épaisseur est d'ordinaire comprise entre 0,5μ et 0,8μ, mais peut exceptionnellement dépasser 1μ. Sur le trajet des filaments mycéliens ou à l'extrémité de rameaux demeurés courts, on observe de petites masses plasmiques, entourées d'une membrane délicate, isolées ou rapprochées par paires; ce sont les *initiales* des zoosporanges; lorsqu'elles sont groupées par 2, l'une d'elles est plus petite et paraît presque vide, comme si son contenu était passé dans l'autre; quoi qu'il en soit, la plus grande seule devient un zoosporange. Les initiales et les zoosporanges émettent habituellement des filaments mycéliens qui se ramifient plus ou moins, peuvent s'étendre aux cellules voisines, et portent de nouvelles initiales qui se comportent comme les premières et ainsi de suite.

» Les zoosporanges résultent de l'accroissement des initiales. Ils sont arrondis et ovoïdes ou fusiformes suivant qu'ils proviennent d'initiales terminales ou intercalaires; d'autres, plus rares, qui tirent leur origine d'initiales placées au point de croisement de 2, 3, 4, 5 filaments mycéliens, présentent un contour polygonal. Les zoosporanges arrondis, ovoïdes ou polygonaux, ont de 5μ à 20μ de diamètre moyen; les zoosporanges fusiformes ont de 10μ à 40μ de longueur, et de 3μ à 15μ de largeur.

---

([1]) Travail fait au laboratoire maritime de Tatihou (Saint-Vaast-la-Hougue).

Quelle que soit leur forme, ils sont entourés d'une membrane très nette et renferment un protoplasma granuleux, et une ou plus rarement plusieurs gouttes d'huile.

» Les zoospores résultent de la division simultanée du protoplasma en un certain nombre de masses égales, dont chacune devient une zoospore. Pendant ce temps, le zoosporange pousse un tube cylindrique, sorte de col droit ou flexueux qui s'ouvre à son extrémité et donne issue aux zoospores; ce col se réduit parfois à une courte papille. Le col ou la papille peuvent déboucher dans la cellule qui renferme le zoosporange, mais le plus souvent ils traversent la paroi cellulaire et déversent les zoospores dans une cellule voisine. Quelquefois, les zoospores sortent par une simple ouverture de la paroi du zoosporange. Les zoosporanges des cellules épidermiques peuvent déverser leur contenu à l'extérieur; on peut trouver d'ailleurs des zoosporanges à la surface même de l'épiderme.

» Dans certaines circonstances, les initiales donnent, non plus des zoosporanges, mais des kystes arrondis, plus rarement ovoïdes ou fusiformes, à parois épaisses, ordinairement brunes, à protoplasma homogène, riches en huile et dont les dimensions sont voisines de celles des zoosporanges. Après une période de vie latente de durée variable, les kystes donnent naissance à des zoospores. Les zoospores paraissent pouvoir se transformer directement en zoosporanges ou en kystes. Les kystes conservent le parasite pendant l'hiver; toutefois, j'ai trouvé des filaments mycéliens avec des zoosporanges dans des sarments récoltés en novembre 1893, en février, mars et avril 1894.

» Par l'ensemble de ses caractères, cette Chytridinée se rattache au genre *Cladochytrium* de Nowakowski, où elle constitue une espèce nouvelle que j'appellerai *Cladochytrium viticolum*.

» Le *Cladochytrium viticolum* peut se rencontrer dans tous les organes de la Vigne et dans tous les tissus. Il y est fréquemment assez abondant pour que toutes les cellules vivantes comprises dans une coupe transversale renferment un zoosporange, assez souvent deux, rarement trois, quatre ou davantage. Son observation est particulièrement facile dans les cellules de la moelle, surtout après coloration par le bleu ou le brun d'aniline.

» Suivant son élection plus spéciale dans tel ou tel organe, tel ou tel tissu, le *Cladochytrium viticolum* produit des effets très divers, qui se manifestent extérieurement par les caractères les plus variés. Il suffira de dire que ce parasite représente la cause de ces maladies mal définies, décrites sous les noms d'*anthracnose ponctuée, anthracnose déformante, gommose bacillaire, gélivure, roncet, brunissure, brunissure-rougeole, maladie pectique, maladie du coup de pouce;* on doit, en outre, lui attribuer beaucoup de cas de coulure, un certain nombre de cas de chlorose, tout au moins dans les terrains siliceux ou peu calcaires, et diverses affections de l'appareil végétatif ou fructifère que je décrirai prochainement. Enfin, grâce aux échantil-

lons que je dois à l'obligeance des professeurs Briosi et O. Comes, j'ai pu constater que le *Cladochytrium viticolum* est le parasite du *Mal nero* des vignes italiennes.

» A cause de l'extrême diversité de ses manifestations extérieures, la maladie due à ce parasite ne saurait conserver aucune des appellations précédentes, dont les unes sont manifestement erronées et dont les autres manquent de généralité. Le nom de *chytridiose* me paraît lui convenir.

» J'ai constaté l'existence de la chytridiose en Algérie, en Tunisie, et dans quinze départements pris au hasard dans les diverses régions viticoles de la France. Sa transmissibilité par boutures et greffons explique cette extrême diffusion.

» La chytridiose n'est, sans doute, pas une maladie récente : l'une de ses formes au moins, le roncet, existe depuis longtemps en France; des sarments de *Riparia* récoltés en 1875 sur les bords du Mississipi, près de Saint-Louis, se sont montrés chytridiosés. Quoi qu'il en soit, certaines formes de la chytridiose ont pris, dans ces derniers temps, des caractères dont on ne saurait se dissimuler l'extrême gravité.

» Je me propose de décrire ultérieurement les caractères externes et internes de la chytridiose, et d'examiner les circonstances qui paraissent de nature à en enrayer l'extension. »

GÉOLOGIE. — *Sur les tufs calcaires du col de Lautaret (Hautes-Alpes).* Note de M. **W. Kilian**, présentée par M. Daubrée.

« Il existe, aux alentours de l'hospice du Lautaret (Hautes-Alpes), à plus de $2000^m$ d'altitude, plusieurs gisements de *tufs calcaires à végétaux*, dont l'étude offre un grand intérêt.

» Voici quelques renseignements préliminaires sur les conditions dans lesquelles se présentent ces tufs.

» L'hospice est établi sur des dépôts morainiques, occupant de vastes surfaces tout à l'entour sans cependant recouvrir complètement les assises liasiques qui, fortement redressées, émergent çà et là de ce manteau glaciaire, pour constituer de petits mamelons arrondis. Les débris nombreux de microgranulite et de protogyne que renferment les accumulations morainiques indiquent, ainsi que leur disposition même, qu'ils proviennent du massif Combeynot-Roc Noir, d'où descendent, en effet, deux traînées de débris glaciaires, qui confluent au col même du Lautaret.

» L'ensemble de pâturages qui entoure le Lautaret présente, avec ses petits marécages et ses nombreux mamelons, à un haut degré, le caractère de ce que Desor appelait *paysage morainique*.

» Quant au substratum, il est formé d'assises liasiques fortement redressées vers le sud-ouest; elles supportent, au nord et au nord-est, les grès et schistes nummulitiques du signal de Villar-d'Arène et s'appuient au sud sur une mince bande de dolomies triasique et de grès houiller, bordant le massif cristallin de Combeynot.

» Les *gisements de tuf* sont au nombre de trois : deux sur le versant de la Romanche et un dans le vallon de la Guisanne. Tous trois, ils ont été produits par des sources chargées de chaux carbonatée et sortant des assises calcaires du lias à *Bélemnites* (Charmouthien inférieur).

» *a*. Le plus important de ces affleurements se trouve à quelques centaines de mètres à l'ouest de l'hospice; le tuf y est exploité depuis de longues années. Le dépôt calcaire est là adossé contre une colline liasique d'où jaillit une source qui, sans doute, a donné naissance à la puissante ($4^m$ à $5^m$) assise de tuf mise à nu dans la carrière. Une partie de ce ruisseau est actuellement dérivée et amenée à l'hospice, où sa nature trop calcaire cause journellement de nombreux mécomptes.

» Les assises inférieures, celles qui sont le plus activement exploitées ([1]), sont compactes et cristallines; les couches supérieures, au contraire, ont moins de consistance et sont plus fortement colorées par l'oxyde de fer. La roche est remplie d'empreintes végétales. Outre un grand nombre de restes de Muscinées et de Graminées, nous y avons recueilli une assez grande quantité de débris de Conifères sur lesquels M. A. Sibourg avait attiré notre attention. Les empreintes de cônes et de rameaux se présentent dans un tel état de conservation qu'il n'est pas difficile d'y reconnaître le *Pinus sylvestris*. A la base de l'affleurement, du côté de la route de la Grave, on observe des fragments émoussés, mais non roulés, de quartzites et de protogyne erratique englobés dans le tuf en une sorte de brèche.

» *b*. Le deuxième gisement est situé un peu plus à l'ouest, à gauche de la route de la Grave dont le sépare un marécage. Il est semblable au premier.

» *c*. Un troisième dépôt de tuf assez considérable se trouve dans la vallée de la Guisanne, à l'est de l'hospice, du côté de la Madeleine et en contrebas d'un petit lac. Ici l'on peut étudier facilement la croûte tuffacée d'une épaisseur de $4^m$ à $5^m$, accompagnant la pente du terrain. La source qui lui a donné naissance existe encore, quoique très réduite; elle tire sa teneur en calcaire des assises du lias et sourd au pied d'une moraine *qui recouvre en partie la portion supérieure du gisement*.

» Les débris végétaux sont d'une abondance extrême dans ce dépôt; ils consistent en feuilles de Saule (*Salix*) et de plantes diverses dont l'étude sera faite ultérieurement. Une exploitation permet de voir, ici encore, les couches inférieures qui sont dures, compactes et plus cristallines, tandis que les supérieures sont très ferrugineuses et attirent l'attention par leur teinte rougeâtre.

---

([1]) Une partie du village de Villar-d'Arène, et notamment l'église, est construite avec les tufs du Lautaret.

» En résumé, de l'étude préliminaire des tufs de Lautaret, il est permis de conclure :

» 1° Que ces tufs sont relativement récents, leur disposition indiquant d'une façon évidente que le relief possédait déjà en grande partie, lors de leur formation, son aspect actuel. De plus, s'ils ne sont pas antiglaciaires, il ressort au moins du fait que les dépôts morainiques les recouvrent en plusieurs points et y mêlent leurs éléments ; que le début de leur formation se place avant le moment où le glacier de Combeynot abandonna définitivement, en se retirant, le col du Lautaret. Il est probable que la glace descendait à ce moment jusqu'au milieu des forêts, comme c'est le cas actuellement pour le glacier des Bossons près Chamonix.

» 2° Les débris végétaux contenus dans ces tufs, et notamment les cônes et rameaux de *Pinus sylvestris* (¹) indiquent en effet, pour cette époque, l'existence au Lautaret d'une *végétation forestière* qui, actuellement, a abandonné ces altitudes où croissent à peine quelques mélèzes rabougris. Ce fait vient à l'appui de nombreuses constatations tendant à établir, ainsi que l'a fait M. David Martin (²), la marche rétrograde de la végétation forestière dans les Alpes françaises. »

GÉOLOGIE. — *Sur la présence du terrain carbonifère dans le Sahara.* Note de M. F. **Foureau**, présentée par M. Daubrée.

« La Note préliminaire que je présente a pour but de faire connaître les principaux résultats de mes recherches géologiques dans le Sahara.

» Le terrain carbonifère joue, dans la constitution du sol des régions que j'ai explorées cet hiver, un rôle considérable. Avant d'indiquer les points où ce système affleure, je rappellerai brièvement les régions où le carbonifère a déjà été signalé en Afrique :

» 1° Overweg a recueilli, entre Mourzouk et Ghât, des échantillons qui, d'après M. le professeur Beyrich (³), indiquent la présence du dévonien, ou peut-être du carbonifère.

---

(¹) M. Vieux nous a assuré que les habitants du pays ont découvert à maintes reprises, dans les alluvions du torrent de Villar-d'Arène, des souches de Pin. Ce fait s'accorde bien avec notre découverte du même végétal dans les tufs du Lautaret.

(²) Voir *Bull. Soc. d'études des Hautes-Alpes*, n° 34 ; 1890.

(³) Beyrich, *Bulletin de la Société de Géologie allemande*, t. IV, p. 159-160 ; 1852.

» 2° M. Stache (¹), d'après les documents rapportés par le Dr Lenz, du Sahara occidental (région comprise entre l'Ouad Draâ et les dunes d'Iguidi), reconnaît l'existence du calcaire carbonifère, caractérisé par des *Productus*, notamment un *Productus* nouveau *Pr. Africanus* (Stache).

» 3° Les matériaux paléontologiques recueillis par la première mission Flatters indiqueraient nettement, d'après le rapport de M. l'ingénieur des Mines Roche (²), la présence du dévonien caractérisé par *Atrypa reticularis*, etc.

» Ce système s'étendrait du nord-nord-ouest au sud-sud-est, tout le long du bord occidental de la vallée des Ighargharen, avec des témoins avancés vers le nord à Khanfoussa et Gared el Beïda, formant ainsi des bandes parallèles aux bandes carbonifères de la région que j'ai explorée et dont je vais indiquer la disposition.

» Le carbonifère, dans les régions que j'ai parcourues, se manifeste sur une grande surface semblant s'étendre obliquement — dans l'Erg d'Issaouan et sur le plateau d'Eguélé — du nord-ouest au sud-est entre le 27e et le 28e parallèle nord, et entre 5° et 6°30′ de longitude est.

» Sur mon itinéraire de retour, entre 28°10′ et 27°30′ nord, le sol est recouvert de dunes qui perdent peu à peu de leur compacité à mesure que l'on marche vers le sud; et, en arrivant au 27e parallèle, ce ne sont plus que des pitons de sable isolés; dans la même région et sur mon itinéraire d'aller le sable cesse, sur ma route du moins, à 27°45′ et ce qui reste pour atteindre le 27e parallèle est du terrain de roche, tantôt raviné, tantôt assez plan. A partir du 27e jusqu'au 26e parallèle, on peut dire qu'il n'y a plus exclusivement que de la roche se présentant sous forme de plateau (le Tassili), fortement accidenté et coupé par les lits encaissés des rivières.

» La bande de carbonifère que je viens de signaler n'est point continue, mais, au contraire, plusieurs fois interrompue; j'ai pu cependant constater sa présence plus ou moins nettement caractérisée sur *neuf points différents;* là le carbonifère est représenté soit par des calcaires renfermant de nombreux *Productus* (voir la carte points 2 et 9 B et D), notamment le *Productus Cora* (³) (7 et 9 D); soit par d'autres assises calcaires où se mon-

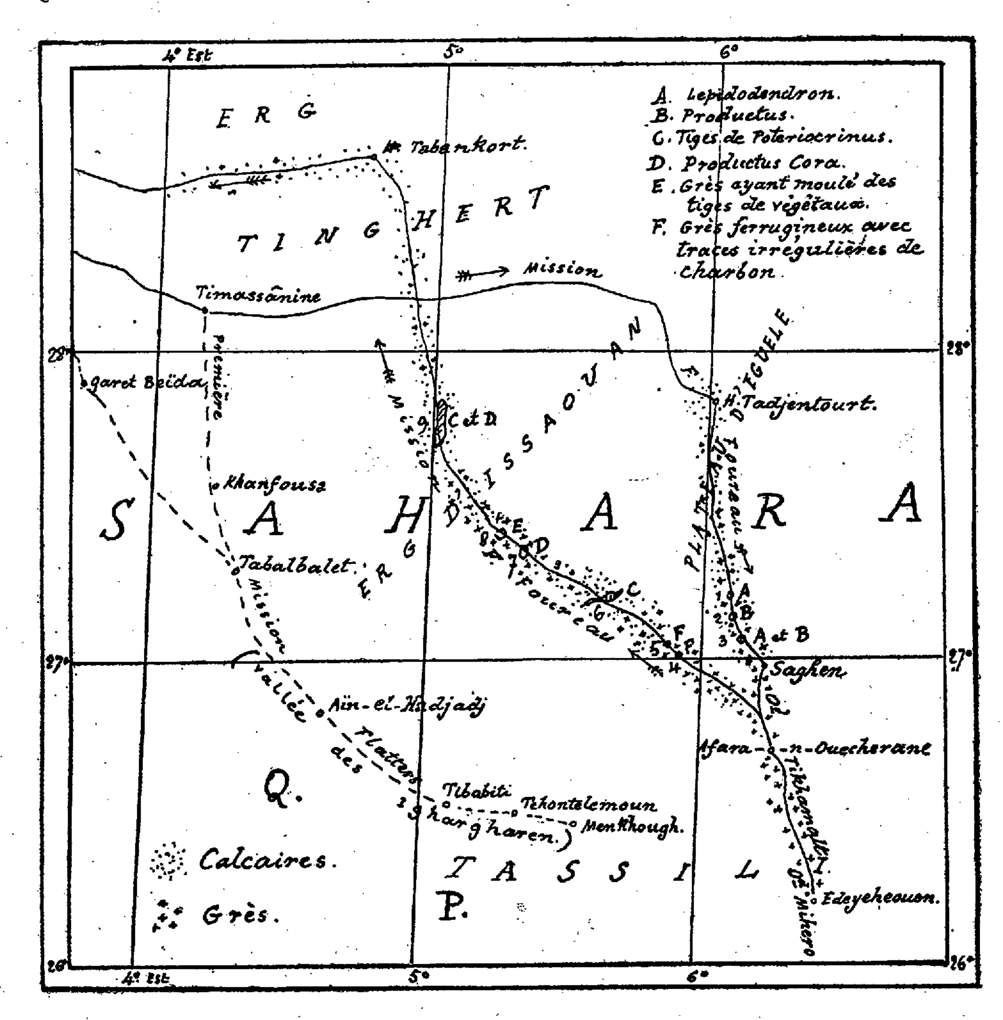
---

(¹) Stache, *Comptes rendus*, 1883.

(²) *Ministère des Travaux publics. Documents relatifs à la mission Flatters.*

(³) Les documents paléontologiques de la région que j'ai explorée seront publiés par MM. Munier-Chalmas et Haug.

trent de très grandes quantités de tiges de crinoïdes (*Poteriocrinus*). Ces tiges sont parfois tellement abondantes qu'elles constituent presque à elles seules la roche (notamment en 6 et 9 D); en 6, elles forment une longue ligne de collines orientées ouest-sud-ouest, est-nord-est. Ces tiges se déta-




'chent facilement des bancs qui les contiennent et couvrent le sol de leurs débris.

» Un point particulier sur lequel j'insisterai est celui relatif à la présence de végétaux carbonifères (n$^{os}$ 1-3-8-AE) appartenant au genre *Lepidodendron* (1 et 3 A) et transformés en fer limonite, au milieu de grès rouges ferrugineux.

» Il ressort des études que j'ai pu faire que les bandes dévoniennes de la première mission Flatters sont très probablement parallèles aux bandes carbonifères que je viens de signaler et dont la direction générale est nord-ouest sud-est; on rencontrerait donc successivement en partant du sud-ouest, soit d'un point situé entre P et Q de la carte par exemple, pour gagner le nord-est, en premier lieu des bandes dévoniennes, ensuite on atteindrait les bandes carbonifères, et en continuant dans cette direction on pourrait peut-être rencontrer le terrain houiller, mais je ne fais cette hypothèse qu'avec la plus grande réserve; d'un autre côté, il serait fort possible que, si le terrain houiller existe, il n'affleure pas et soit recouvert complètement par des terrains secondaires ou tertiaires. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Observations thermométriques sur le sommet de l'Ararat* (1). Note de M. **Venukoff**, présentée par M. Faye.

« Le 16 (4) août 1894, le sommet de l'Ararat ($4912^m$) a été visité par M. Zimmer, voyageur russe. Il y trouva la caisse en fer-blanc contenant deux thermomètres, que M. Pastoukoff avait laissée l'année précédente dans un endroit sûr. Le thermomètre à *maxima* marquait $+17^\circ\frac{1}{4}$C., le thermomètre à *minima* $-40^\circ$C. Un autre instrument à *minima*, attaché à l'air libre en 1893 à un objet vertical, n'indiquait que $-38^\circ$C. Au moment du séjour de M. Zimmer, la température de l'air ambiant était de $+3^\circ$C. dans l'ombre. »

AÉROSTATION. — *Sur une ascension aérostatique effectuée en Russie.* Note de M. **Venukoff**, présentée par M. Faye.

« Deux officiers russes ont fait un voyage aérostatique, de Goniondz (frontière de la Prusse) à Tchernigov (Petite Russie); la distance est de $800^{km}$. Leur ballon avait $15^m$ de diamètre, c'est-à-dire que le volume dépassait $3000^{mc}$ : il appartenait au parc aérostatique militaire russe.

» Partis à $9^h 30^m$ du matin, les voyageurs ont très promptement atteint la hauteur de $3500^m$ et sont restés dans cette région élevée pendant tout leur parcours, c'est-à-dire jusqu'à $5^h$ du soir. Les nuages *cumulus* leur cachaient la vue de la terre, et de légers *cirrus* apparaissaient au-dessus d'eux, en très petit nombre. La température se tenait entre $2^\circ$C. et $3^\circ$C. dans la

(1) Ararat se trouve sur le parallèle $40^\circ$N.

nacelle, c'est-à-dire à l'ombre; mais, si l'on exposait la main au soleil, la peau était brûlée.

» Le vent soufflait du nord-ouest au sud-est, comme à la surface de la terre au moment du départ. Mais comme ce vent, quoique rapide, était très régulier, le ballon marchait aussi avec une grande régularité.

» Seulement, à certains moments, *les voyageurs ont observé la rotation de l'appareil autour de son axe vertical,* après quoi le voyage s'est continué sans retards et toujours dans la même direction nord-ouest sud-est. »

M. **Faye** fait à ce sujet les remarques suivantes :

« La situation des deux voyageurs en ballon est bien définie. Au-dessous, une couche d'épais cumulus cachant la surface de la terre. Au-dessus, bien au-dessus, de légers cirrus formant une autre couche de peu d'épaisseur, et le ballon voguant dans l'air serein intermédiaire, animé d'un mouvement rapide commun à toutes ces couches. Ce qu'il y avait de remarquable, c'étaient les mouvements tourbillonnaires qui agitaient de temps en temps le ballon. Ces mouvements venaient évidemment de la couche de cirrus. C'étaient des mouvements cycloniques, ébauchés en haut, et n'allant même pas aux nuages inférieurs. Il aurait fallu une couche de cirrus plus dense, pour que ces ébauches de tourbillons s'étendissent plus bas et pussent atteindre le sol. Mais cela suffit pour montrer que l'origine de ces mouvements est dans la couche de cirrus, et qu'ils sont descendants. »

M. **Léopold Hugo** adresse une Note intitulée « Nouvel examen des nombres théoriques caractérisant les espacements planétaires ».

M. **Bouquet de la Grye** appelle l'attention de l'Académie sur une proposition de M. le D^r^ *Prompt*, qui paraît de nature à intéresser à la fois les astronomes et les médecins. Il s'agit de la création sur le mont Meige, à une altitude de $4000^{m}$ (Alpes Dauphinoises), d'un observatoire et d'un hôtel où certaines maladies pourraient être traitées avec avantage.

La distance à vol d'oiseau du mont Meige au village de La Grave, accessible en toute saison, n'est que de $4^{km}$; elle pourrait être franchie au moyen d'un chemin de fer à crémaillère, contournant les glaciers.

La séance est levée à 4 heures un quart. M. B.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 OCTOBRE 1894,

PRÉSIDENCE DE M. LŒWY.

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur l'excentricité de l'orbite du cinquième satellite de Jupiter.* Note de M. F. TISSERAND.

« J'ai montré l'an dernier (*Comptes rendus,* 26 décembre 1893) que, si l'excentricité de l'orbite du cinquième satellite de Jupiter était sensible, on ne pourrait la déterminer qu'en ayant égard à la rotation du périjove du satellite, résultant de l'aplatissement de la planète. J'avais fixé cette rotation à $+ 882^\circ$ en un an, soit $+ 2^\circ,42$ en un jour.

» M. Barnard, l'auteur de la découverte du satellite, vient de publier le résultat de ses observations de 1892 et de 1893 (*Astronomical Journal,* n° 325); j'ai pensé que le moment était venu de faire une première détermination de l'excentricité et de la longitude du périjove à un moment donné.

» Voici d'abord les nombres communiqués par M. Barnard pour les élongations est et ouest du cinquième satellite, ces élongations étant rapprochées à la distance moyenne 5,20 de Jupiter :

| | | Élongation est. | Élongation ouest. |
|---|---|---|---|
| | | ″ | ″ |
| 1892. Septembre | 10...... | 48,04 | |
| | 11...... | 48,00 | |
| | 12...... | 48,27 | |
| | 14...... | 48,12 | |
| | 23...... | 47,75 | |
| | 27...... | 48,37 | |
| Octobre | 7...... | 48,29 | |
| | 9...... | 48,13 | 47,17 |
| | 17...... | » | 47,34 |
| | 23...... | 48,30 | 47,59 |
| | 28...... | 48,20 | 47,86 |
| Novembre | 4...... | 48,06 | 48,17 |
| | 6...... | 48,13 | » |
| | 11...... | 47,95 | 47,80 |
| | 13...... | 47,85 | » |
| | 18...... | » | 47,95 |
| 1893. Septembre | 24...... | 47,56 | |
| Octobre | 1...... | 47,73 | |
| | 2...... | 47,72 | |
| Novembre | 6...... | 47,72 | |
| | 19...... | 47,76 | |
| Décembre | 10...... | 48,12 | |

» On a, en négligeant le carré de l'excentricité et désignant par $v$ la longitude du satellite, cette expression du rayon vecteur

$$r = a - ae\cos(v - \varpi_0 - \varpi_1 t),$$

en appelant $a$ le demi grand axe, $e$ l'excentricité, $\varpi_0$ la longitude du périjove à une certaine époque (nous avons pris le 28 octobre 1892), $\varpi_1$ son moyen mouvement diurne, $t$ le nombre de jours écoulés à partir de l'époque ci-dessus. Soit $l$ la longitude géocentrique de Jupiter à l'époque $t$; on a, dans les élongations,

$$v = l - 90^\circ, \text{ à l'ouest},$$
$$v = l + 90^\circ, \text{ à l'est}.$$

» Il en résulte, dans ces élongations, les valeurs correspondantes $r_0$ et $r_e$

de $r$ :

$$r_0 = a - ae\sin(l - \varpi_0 - \varpi_1 t),$$
$$r_e = a + ae\sin(l - \varpi_0 - \varpi_1 t).$$

» Soit posé

(1) $$ae\cos\varpi_0 = x, \qquad ae\sin\varpi_0 = y,$$

il viendra

(2) $$\begin{cases} r_0 = a - x\sin(l - \varpi_1 t) + y\cos(l - \varpi_1 t), \\ r_e = a + x\sin(l - \varpi_1 t) - y\cos(l - \varpi_1 t). \end{cases}$$

» J'ai comparé ces formules aux valeurs observées, ou plutôt à des positions normales indiquées par des coupures dans le Tableau des observations. J'ai emprunté les valeurs de $l$ à la *Connaissance des Temps;* j'ai obtenu d'abord ces valeurs normales :

| $r_e$. | $r_0$. |
|---|---|
| ″ | ″ |
| 48,11 | » |
| 48,14 | » |
| 48,19 | » |
| 47,98 | 47,51 |
| 47,67 | 47,97 |
| 47,74 | » |
| 48,12 | » |

puis les équations

(3) $$\begin{cases} 48'',11 = a + 0{,}71x + 0{,}70y, \\ 48,14 = a + 0{,}99x - 0{,}10y, \\ 48,19 = a + 0{,}26x - 0{,}96y, \\ 47,98 = a - 0{,}26x - 0{,}97y, \\ 47,67 = a - 0{,}51x - 0{,}86y, \\ 47,74 = a - 0{,}63x + 0{,}78y, \\ 48,12 = a + 0{,}53x + 0{,}85y, \\ 47,51 = a - 0{,}65x + 0{,}76y, \\ 47,97 = a + 0{,}61x + 0{,}78y. \end{cases}$$

» J'ai déduit de ces équations, par la méthode des moindres carrés,

(4) $$a = 47'',906, \qquad x = +0'',339, \qquad y = -0'',084.$$

» Les résidus (observat. moins calcul que laissent ces valeurs (4) dans

les équations (3), sont désignés par R dans le Tableau suivant. J'ai mis en regard les résidus $R_0$ que l'on obtient en supposant l'orbite circulaire, et les résidus $R_1$ que l'on trouve en laissant le périjove immobile [dans ce dernier cas, $\varpi_1 = 0$; il faut former de nouvelles équations analogues aux équations (3), les résoudre et calculer les résidus; je ne reproduis pas tous ces calculs, pour abréger].

| $R_0$. | $R_1$. | R. | |
|---|---|---|---|
| +0",17 | +0",02 | +0",02 | |
| +0,20 | +0,04 | −0,11 | |
| +0,25 | +0,06 | +0,12 | |
| +0,06 | −0,14 | +0,08 | $\Sigma R_0^2 = 0,466$ |
| −0,27 | −0,14 | −0,13 | $\Sigma R_1^2 = 0,235$ |
| −0,20 | −0,11 | +0,11 | $\Sigma R^2 = 0,087$ |
| +0,18 | +0,24 | +0,10 | |
| −0,43 | −0,24 | −0,09 | |
| +0,03 | +0,25 | −0,08 | |

» On voit que la représentation des résidus R est beaucoup plus satisfaisante que celles des $R_1$ et des $R_0$.

» Les formules (1) et (4) donnent

$$(5)\qquad a = 47'',906; \qquad e = 0,0073, \qquad \varpi_0 = -14^\circ.$$

» On pourra prendre

$$(6)\qquad \varpi_0 = -4^\circ \quad \text{pour} \quad 1892 \text{ nov. } 1,0.$$

» Les valeurs numériques (5) et (6) constituent une première approximation, que les observations des années suivantes permettront d'améliorer. L'excentricité $e = \frac{1}{140}$ environ est petite; mais elle est nettement indiquée par les excellentes observations de M. Barnard. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les groupes de transformations des équations différentielles linéaires;* par M. **Émile Picard.**

« J'ai montré autrefois (*Comptes rendus*, 1883, et *Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse*, 1887) comment on pouvait étendre aux équations différentielles linéaires la théorie célèbre de Galois relative aux équations algébriques. J'ai appelé l'attention sur la notion du *groupe de transformations*

d'une équation linéaire; la proposition fondamentale à ce sujet consiste en un théorème et sa réciproque, celle-ci étant énoncée dans mon Mémoire avec une restriction inutile. Ces questions ont été approfondies récemment par M. Vessiot dans une Thèse extrêmement remarquable; mais M. Vessiot se place dans son travail à un tout autre point de vue que moi, et la marche que j'ai suivie pour poser les bases de cette théorie, marche qui se rapproche beaucoup de celle de Galois pour les équations algébriques, me paraît à divers égards préférable. Je crois donc utile de reprendre complètement la question en comblant la légère lacune que j'avais laissée subsister dans la réciproque du théorème fondamental.

» 1. Plaçons-nous d'abord dans le cas, le plus simple et le plus intéressant sans doute pour les applications, d'une équation linéaire à coefficients rationnels. Soit donc

$$(1) \qquad \frac{d^m y}{dx^m} + p_1 \frac{d^{m-1} y}{dx^{m-1}} + \ldots + p_m y = 0$$

une telle équation, où nous supposons que les coefficients sont des fonctions rationnelles de $x$, et soit $y_1, y_2, \ldots, y_m$ un système fondamental d'intégrales.

» J'envisage l'expression suivante

$$V = A_{11} y_1 + \ldots + A_{1m} y_m + A_{21} \frac{dy_1}{dx} + \ldots + A_{2m} \frac{dy_m}{dx} + \ldots + A_{mm} \frac{d^{m-1} y_m}{dx^{m-1}},$$

qui est, comme on voit, une expression linéaire et homogène par rapport aux $y$ et leurs dérivées jusqu'à l'ordre $m-1$. Les coefficients A sont des fonctions rationnelles de $x$ arbitrairement choisies. Cette fonction V satisfait à une équation linéaire d'ordre $m^2$ facile à former; désignons-la par

$$(2) \qquad \frac{d^{m^2} V}{dx^{m^2}} + P_1 \frac{d^{m^2-1} V}{dx^{m^2-1}} + \ldots + P_{m^2} V = 0.$$

On a, d'ailleurs, en différentiant V un nombre de fois égal à $m^2 - 1$, $m^2$ équations du premier degré par rapport aux $y$ et leurs dérivées, qui donnent

$$y_1 = \alpha_1 V + \alpha_2 \frac{dV}{dx} + \ldots + \alpha_{m^2} \frac{d^{m^2-1} V}{dx^{m^2-1}},$$
$$y_2 = \beta_1 V + \beta_2 \frac{dV}{dx} + \ldots + \beta_{m^2} \frac{d^{m^2-1} V}{dx^{m^2-1}},$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$
$$y_m = \lambda_1 V + \lambda_2 \frac{dV}{dx} + \ldots + \lambda_{m^2} \frac{d^{m^2-1} V}{dx^{m^2-1}},$$

où les $\alpha, \beta, \ldots, \lambda$ sont rationnelles en $x$.

» A toute intégrale de l'équation (2) correspond un système d'intégrales $y_1, y_2, \ldots, y_m$ de l'équation (1); ce système pourrait n'être pas fondamental. Cela arriverait si le déterminant des $y$ et de leurs dérivées jusqu'à l'ordre $m-1$ était nul; en écrivant ceci, on obtiendra une certaine équation en V,

$$\varphi\left(x, \mathrm{V}, \frac{d\mathrm{V}}{dx}, \ldots, \frac{d^k\mathrm{V}}{dx^k}\right) = 0, \tag{3}$$

$k$ étant au plus égal à $m^2-1$.

» On aura donc un système fondamental $y_1, y_2, \ldots, y_m$ si l'on prend pour V une intégrale de l'équation (2) ne satisfaisant pas à l'équation (3).

» Ceci posé, il arrivera en général, c'est-à-dire si l'équation (1) est prise arbitrairement, que l'équation (2) n'aura aucune solution commune avec une équation différentielle (linéaire ou non linéaire) à coefficients rationnels, d'ordre inférieur à $m^2$, si l'on fait abstraction des solutions qui satisfont à l'équation (3). Mais il pourra, dans certains cas, en être autrement; supposons donc que l'équation différentielle d'ordre $p$

$$f\left(x, \mathrm{V}, \frac{d\mathrm{V}}{dx}, \ldots, \frac{d^p\mathrm{V}}{dx^p}\right) = 0 \tag{4}$$

($f$ étant un polynome) remplisse cette condition. Je suppose, de plus, l'équation précédente *irréductible*, c'est-à-dire n'ayant aucune solution commune avec une équation de même forme et d'ordre moindre; dans ces conditions *toutes* les fonctions V satisfaisant à l'équation (4) satisferont à l'équation (2), et, de plus, l'équation (4) n'aura avec l'équation (3) *aucune* solution commune; par suite à chaque solution de $f=0$ correspond un système fondamental d'intégrales pour l'équation linéaire proposée.

» Soit donc $y_1, \ldots, y_m$ le système fondamental correspondant à une certaine solution de l'équation $f=0$ et $\mathrm{Y}_1, \ldots, \mathrm{Y}_m$ le système correspondant à une solution quelconque de la même équation; on aura

$$(\mathrm{S}) \quad \begin{cases} \mathrm{Y}_1 = a_{11}y_1 + \ldots + a_{1m}y_m, \\ \mathrm{Y}_2 = a_{21}y_1 + \ldots + a_{2m}y_m, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ \mathrm{Y}_m = a_{m1}y_1 + \ldots + a_{mm}y_m. \end{cases}$$

Les coefficients $a$ dépendent seulement de $p$ paramètres arbitraires, et l'on voit très facilement qu'on peut les considérer comme des fonctions algébriques de ces paramètres; de plus, ces substitutions forment un *groupe*. Je désigne par G le groupe continu et algébrique de transformations

linéaires défini par les équations (S), et je l'appelle le *groupe de transformations* relatif à l'équation linéaire (1).

» 2. On peut établir, à l'égard de ce groupe, la proposition suivante qui rappelle le théorème fondamental de Galois dans la théorie des équations algébriques :

» *Toute fonction rationnelle de* $x$, *de* $y_1, y_2, \ldots, y_m$ *et de leurs dérivées, s'exprimant rationnellement en fonction de* $x$, *reste invariable quand on effectue sur* $y_1, y_2, \ldots, y_m$ *les substitutions du groupe* G.

» Considérons en effet une telle fonction; en y remplaçant $y_1, y_2, \ldots, y_m$ par leur valeur en fonction de V, et égalant à une fonction rationnelle, on aura

$$F\left(x, V, \frac{dV}{dx}, \ldots, \frac{d^pV}{dx^p}\right) = R(x),$$

F et R étant rationnelles. Or cette équation se trouvera vérifiée pour une certaine solution V de $f = 0$; elle le sera par suite pour toutes les solutions d'après l'irréductibilité de cette dernière équation. Ceci revient à dire que la fonction rationnelle considérée ne change pas quand on effectue sur $y_1, y_2, \ldots, y_m$ la substitution S.

» 3. Ce qui précède reproduit ce que j'avais déjà dit antérieurement. Arrivons maintenant au théorème réciproque. Nous allons montrer que :

» *Toute fonction rationnelle de* $x$, $y_1, y_2, \ldots, y_m$ *et leurs dérivées qui reste invariable par les substitutions du groupe* G *est une fonction rationnelle de* $x$.

» Je ne l'ai démontré (*Annales de Toulouse*, t. I, p. 5) que si l'équation linéaire proposée a son intégrale régulière dans le voisinage de chaque point singulier (pour les autres cas, j'énonçais fonction *uniforme* de $x$ au lieu de fonction *rationnelle* de $x$). Cette restriction est inutile, et nous allons facilement démontrer le théorème. Soit $\Phi(x, y_1, \ldots, y_m, \ldots)$ une fonction satisfaisant aux conditions de l'énoncé; il faut montrer que, si l'on met à la place de $y_1, y_2, \ldots, y_m$ un certain système fondamental, la fonction $\Phi$ sera une fonction rationnelle de $x$. Or remplaçons les $y$ et leurs dérivées par leurs valeurs en fonction de V, nous aurons

$$\Phi = F\left(x, V, \frac{dV}{dx}, \ldots, \frac{d^pV}{dx^p}\right).$$

» Je dis que, si l'on prend pour V une intégrale quelconque de (4), cette expression sera une fonction rationnelle de $x$. Remarquons d'abord que, d'après l'hypothèse faite sur $\Phi$, la fonction $F(x, V, \ldots)$ représentera la même fonction de $x$, quelle que soit la fonction V satisfaisant à l'équa-

tion (4). Or soit $\mu$ le degré en $\frac{d^pV}{dx^p}$ de cette dernière équation; pour des valeurs arbitraires données à

$$x, \quad V, \quad \frac{dV}{dx}, \quad \ldots, \quad \frac{d^{p-1}V}{dx^{p-1}},$$

l'équation $f=0$ a $\mu$ racines distinctes. En se servant de l'équation (4), on peut supposer que dans F la dérivée d'ordre $p$ de V ne figure qu'au degré $\mu - 1$ au plus. Cette substitution faite, F devient une fonction

$$F_1\left(x, V, \ldots, \frac{d^pV}{dx^p}\right),$$

rationnelle par rapport aux lettres dont elle dépend et contenant $\frac{d^pV}{dx^p}$ à la puissance $\mu - 1$ au plus dans son numérateur et son dénominateur. Comme, pour une valeur donnée de $x$, la fonction $F_1$ prend la même valeur pour toutes les valeurs de V, $\frac{dV}{dx}, \ldots, \frac{d^pV}{dx^p}$ satisfaisant à la relation

$$f\left(x, V, \frac{dV}{dx}, \ldots, \frac{d^pV}{dx^p}\right) = 0,$$

qui est irréductible et de degré $\mu$ en $\frac{d^pV}{dx^p}$, il faut que $F_1$ ne dépende que de $x$. *La fonction $\Phi$ est donc une fonction rationnelle de $x$*, comme nous voulions l'établir.

» On remarquera que, dans les démonstrations précédentes, on ne considère pas les fonctions rationnelles de $x, y_1, y_2, \ldots, y_m$ et leurs dérivées comme contenant des fonctions indéterminées $y_1, \ldots, y_m$, mais on doit toujours entendre que $y_1, y_2, \ldots, y_m$ représente un certain système fondamental de l'équation linéaire proposée.

» 4. Nous nous sommes placé dans le cas le plus simple. Pour avoir la théorie dans toute sa généralité, on peut supposer que les coefficients $p_1, \ldots, p_m$ de l'équation linéaire sont des fonctions rationnelles de $x$ et d'un certain nombre de fonctions *adjointes*

$$A(x), \quad B(x), \quad \ldots, \quad L(x)$$

et de leurs dérivées jusqu'à un ordre quelconque. Il n'y a aucune modification essentielle à faire à ce qui précède. Seulement les coefficients de l'équation $f=0$ ne seront pas nécessairement des fonctions rationnelles de $x$, mais des fonctions rationnelles de $x$, de A, B, ..., L et de leurs

dérivées. On a alors à considérer des fonctions rationnelles de $x$, de A, B, ..., L et leurs dérivées, de $y_1, y_2, \ldots, y_m$ et leurs dérivées, et c'est à de telles fonctions que s'appliquent le théorème fondamental et sa réciproque; ceux-ci sont relatifs aux fonctions s'exprimant rationnellement à l'aide de $x$, de A, ..., L et leurs dérivées.

» 5. Pour achever de poser la notion du groupe de transformations d'une équation linéaire, il faut encore démontrer que la double propriété, dont jouissent les substitutions de ce groupe à l'égard de l'équation proposée, leur appartient exclusivement. Considérons à cet effet, en nous plaçant dans le même cas qu'au n° 1, le premier membre

$$f\left(x, V, \frac{dV}{dx}, \ldots, \frac{d^pV}{dx^p}\right),$$

de l'équation (4), où nous supposons d'abord que V soit une solution quelconque de (2).

» En remplaçant V par sa valeur en $y_1, y_2, \ldots, y_m$ et leurs dérivées, l'expression $f$ deviendra une fonction

$$\Phi(x, y_1, y_2, \ldots, y_m, \ldots).$$

» Cette fonction est nulle, quand on prend pour $y_1, y_2, \ldots, y_m$ un système fondamental correspondant à une solution V de l'équation (4). Une substitution $\Sigma'$ effectuée sur $y_1, \ldots, y_m$ et qui n'appartient pas au groupe G ne peut laisser à $\Phi$ une valeur invariable, car une telle substitution revenant d'une manière générale à remplacer une solution de l'équation (2) par une autre, soit V par V', on aurait

$$f\left(x, V', \frac{dV'}{dx'}, \ldots, \frac{d^pV'}{dx^p}\right) = 0,$$

et, par suite, V' satisfaisant à (4), la substitution $\Sigma'$ appartiendrait au groupe G, dont les propriétés caractéristiques sont bien mises ainsi en évidence. »

HYDRODYNAMIQUE. — *Théorie de l'écoulement sur un déversoir sans contraction latérale, quand la nappe déversante se trouve ou déprimée, ou noyée en dessous, ou adhérente au barrage;* par M. **J. Boussinesq.**

« I. J'ai montré, en juin 1893 (1), comment peuvent se calculer à très peu près les principales circonstances de l'écoulement sur un déversoir

(1) *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 1327, 1415 et 1487.

sans contraction latérale, dans le cas relativement simple et le plus usuel d'une nappe déversante *libre*, c'est-à-dire au-dessous de laquelle l'air extérieur afflue librement par de larges ouvertures ménagées des deux côtés. Mais le cas où, ces ouvertures manquant, la prompte substitution d'une eau tourbillonnante à l'air inférieur bientôt entraîné rend la nappe *noyée en dessous*, sinon même *adhérente* à la face aval du barrage ([1]) grâce à une exagération de sa courbure, est aussi très fréquent dans la pratique; et il importe de voir si les indications de la théorie s'y accordent avec les expériences extrêmement variées (au nombre de plusieurs centaines), faites récemment par M. Bazin, qui les a décrites dans deux Mémoires insérés aux *Annales des Ponts et Chaussées* (numéros de novembre 1891 et de février 1894). En outre, le cas d'une nappe *déprimée*, ou au-dessous de laquelle reste confiné un certain volume d'air, à une pression moindre que celle de l'atmosphère, offre quelque intérêt, quoiqu'il faille des circonstances assez particulières pour le produire, et que surtout de fréquentes entrées ou sorties d'air, paraissant inévitables, rendent bien difficile sa réalisation dans des conditions constantes.

» Je me propose donc ici, premièrement, de reprendre la théorie, que j'avais déjà ébauchée en octobre 1887, de ces deux cas de la nappe déprimée et de la nappe noyée en dessous (avec ou sans adhérence au barrage), mais en tenant maintenant compte de tous les éléments mis en œuvre pour la nappe libre dans mes Notes de juin 1893, deuxièmement, de montrer que les résultats en sont d'accord avec les très nombreux faits constatés par M. Bazin, et spécialement avec trois formules empiriques, applicables l'une ou l'autre suivant la plus ou moins grande pression ou non-pression relative exercée sous la nappe, qui y résument les mesurages de débits.

» II. Au n° II de la première Note citée de 1893, j'avais établi que, non seulement dans le cas de la nappe libre, mais aussi dans celui, moins spécial, de la nappe déprimée, la contraction inférieure $c$, rapport, à la charge $h$, du petit relèvement $\varepsilon$ qu'éprouvent les filets les plus bas en quittant le seuil, est, pour chaque inclinaison donnée $a$ du barrage relativement à la verticale, une certaine fonction du rapport, N, de la pression $p_0$ exercée sous la section contractée à la pression $\rho gh$ mesurant la charge, et du rapport, K, des deux hauteurs respectives $h'$, $h$ de l'eau sur la section contractée et en amont du déversoir. Or ce principe s'étend de lui-même,

([1]) Supposé d'une certaine épaisseur, sauf à sa partie supérieure que termine une simple crête horizontale située dans le plan de la face amont.

sauf changement de la fonction, au cas de la nappe noyée en dessous, quand le fluide tourbillonnant qu'elle recouvre est assimilé à un liquide *mort* dont la pression varierait hydrostatiquement avec l'altitude $y$, comme nous l'admettrons.

» Alors, en effet, il n'y a de changé, dans les équations du problème, que la condition (aux limites) définissant la surface inférieure de la nappe, condition devenue $p = \mathrm{N}\rho g h + \rho g(\varepsilon - y)$ au lieu de $p =$ la const. $\mathrm{N}\rho g h$. Mais, quoique moins simple, cette relation, divisée par $\rho g h$, contient seulement le rapport, N, de $p_0$ à $\rho g h$, celui de $p$ à $\rho g h$, et ceux de $\varepsilon, y$ à $h$, rapports entre lesquels seuls elle contribue dès lors, concurremment avec les autres équations du problème, à établir des liaisons; et l'on en déduit, par suite, de même, que la contraction inférieure $c$, quotient de $\varepsilon$ par $h$, dépend uniquement de $a$, N et K. Donc, $c$ ne variera, pour le barrage *fixe* considéré, d'inclinaison $a$, qu'avec le rapport K des deux hauteurs d'eau $h'$, $h$, *quand la pression relative* N *sous la section contractée sera constante :* nous appellerons $c'$ sa dérivée en K.

» III. Cela posé, le principe de D. Bernoulli sur la conservation de la charge des filets fluides se combinera, comme dans mes précédentes Notes citées, avec l'équation régissant de proche en proche le changement de la pression dans la section contractée, le long d'une coordonnée $z$, comptée à partir de sa base normalement aux filets d'une même coupe verticale en long, qui sont censés y avoir acquis sensiblement, avec le parallélisme approché de leurs tangentes, un centre commun de courbure sous la nappe. Si $\mathrm{R}_0$ désigne la distance de ce centre de courbure au bas de la section, où l'altitude sera encore, à fort peu près, $\varepsilon = ch$, et où la pression $p$ deviendra $p_0 = \mathrm{N}\rho g h$, l'on aura ainsi, pour la vitesse V et la pression $p$ des divers filets à la traversée de cette section contractée, dont $\beta$ désignera toujours le petit angle avec la verticale, les deux formules

$$(1)\quad \mathrm{V} = \sqrt{2gh(1 - c - \mathrm{N})}\,\frac{\mathrm{R}_0}{\mathrm{R}_0 + z}, \qquad \frac{p}{\rho g} = h(1 - c) - z\cos\beta - \frac{\mathrm{V}^2}{2g}.$$

» Dès lors, en appelant encore $\eta$ la hauteur de la section contractée, ou épaisseur de la nappe, évidemment telle, que $\eta\cos\beta = h' - \varepsilon = h(\mathrm{K} - c)$; $k$ le quotient du rayon $\mathrm{R}_0$ de courbure des filets inférieurs par celui, $\mathrm{R}_0 + \eta$, des filets supérieurs (à pression nulle), quotient inverse du rapport de leurs vitesses respectives $\mathrm{V}_0$, $\mathrm{V}_1$; enfin, introduisant, pour simplifier les

formules, un paramètre *positif* $n$ (¹) défini par l'équation

$$(2) \qquad N=(1-c)(1-n^2), \qquad \text{ou} \qquad n=\sqrt{1-\frac{N}{1-c}},$$

il viendra aisément

$$(3) \quad k=\frac{R_0}{R_0+\eta}=\frac{1}{n}\sqrt{\frac{1-K}{1-c}}, \qquad \frac{\eta}{h}=\frac{1-c}{\cos\beta}(1-k^2n^2), \qquad \frac{R_0}{h}=\frac{1-c}{\cos\beta}\frac{k}{1-k}(1-k^2n^2);$$

et l'expression du débit $q=\int_0^\eta V\,dz$ par unité de longueur du déversoir, ou plutôt celle du coefficient $m$ de ce débit $q=mh\sqrt{2gh}$, sera, vu finalement la substitution permise de l'unité au cosinus du petit angle $\beta$,

$$(4) \qquad m=n\sqrt{1-c}\,\frac{R_0}{h}\log\frac{1}{k}=(1-c)^{\frac{3}{2}}(kn-k^3n^3)\frac{\log k}{k-1}:$$

$c$, $n$, $k$ y sont des fonctions parfaitement déterminées de K et de N, dont la première est censée donnée et dont les deux autres résultent de la seconde (2) et de la première (3).

» Il faudra de plus, comme on sait, exprimer que, le niveau d'aval s'étant assez abaissé pour cesser de noyer en dessus le déversoir, ou K ayant suffisamment diminué à partir de 1 tandis que $h$ et N étaient maintenus constants, le coefficient $m$ de débit est devenu maximum, et que, par suite, sa dérivée en K (ou mieux celle de son logarithme) s'est annulée. Comme les premières relations (2) et (3), différentiées sous la condition N = const., donnent d'ailleurs

$$(5) \qquad \frac{dn}{dK}=\frac{(n^2-1)c'}{2n(1-c)}, \qquad \frac{dk}{dK}=\frac{k^2c'-1}{2kn^2(1-c)},$$

il vient ainsi, toutes réductions faites, pour exprimer l'indépendance où se trouve désormais l'écoulement vis-à-vis du niveau d'aval (²), l'équation

$$(6) \qquad \frac{k^2n^2}{1-k^2n^2}-\frac{1}{2}\left(\frac{1}{\log k}+\frac{1}{1-k}\right)=\frac{1+2n^2-3k^2n^2}{2(1-k^2n^2)}\,\frac{k^2c'}{1-k^2c'}.$$

---

(¹) Ce paramètre revient à ce que j'appelais $\sqrt{1+n}$ dans mes Notes d'octobre 1887.

(²) Sauf par l'intermédiaire de la pression $N\rho gh$ sous la nappe, qui décroîtrait effectivement si ce niveau s'abaissait davantage; car elle n'est pas, en réalité, maintenue fixe. La communication, supposée ici, du dessous de la nappe avec une atmo-

» IV. Dans le cas (auquel ont été bornées les observations) d'un barrage ayant sa face d'amont verticale, la contraction inférieure $c$ et sa dérivée $c'$ en K sont assez petites pour qu'on puisse négliger les termes de l'ordre de leurs carrés ou produits, de même qu'on l'a déjà fait pour ceux de l'ordre de $\beta^2$. Alors le second membre de (6), où figure le facteur $c'$, peut être supposé nul à une première approximation; et, si l'on appelle $k_0$ la valeur approchée correspondante de $k$, l'équation (6) devient

$$(7) \qquad \frac{k_0^2 n^2}{1-k_0^2 n^2} - \frac{1}{2}\left(\frac{1}{\log k_0} + \frac{1}{1-k_0}\right) = 0, \quad \text{ou} \quad \frac{1}{k_0^2 n^2} = 1 + \left[\frac{1}{2}\left(\frac{1}{\log k_0} + \frac{1}{1-k_0}\right)\right]^{-1}.$$

» On en déduit immédiatement, pour chaque valeur positive de $k_0$, une valeur unique de $k_0^2 n^2$, décroissante avec continuité de $\frac{1}{3}$ à $\frac{1}{5}$ lorsque $k_0$ croît de zéro à 1, et puis de $\frac{1}{5}$ à zéro lorsque $k_0$ grandit de 1 à $\infty$. Ce dernier cas répond aux valeurs de $R_0$ négatives, c'est-à-dire aux nappes déversantes devenues concaves vers le haut sur la section contractée, située un peu à l'aval de l'endroit où la tangente aux filets inférieurs est horizontale : circonstance se produisant sous l'influence d'une suffisante pression $N\rho gh$ exercée en dessous.

» Le paramètre $n^2$ décroît, par suite, de $\infty$ à zéro, lorsque $k_0$ grandit de zéro à l'infini; et, à chaque valeur de $n^2$, il ne correspond qu'une valeur de $k_0$. Le calcul donne, par exemple, pour

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $k_0 =$ | 0,275 | 0,30 | 0,325 | 0,35 | 0,40 | 0,45 | 0,50 | 0,60 | 0,70 | 0,80 | 0,90 | 1 | 1,5 | 2, |
| $n^2 =$ | 3,0700 | 2,5575 | 2,1617 | 1,8497 | 1,3962 | 1,0891 | 0,8717 | 0,5926 | 0,4273 | 0,3217 | 0,2506 | 0,2 | 0,0840 | 0,0453. |

» A une deuxième approximation, on peut évidemment mettre $k_0$ au lieu de $k$ dans le second membre de (6), où figure le petit facteur $c'$; et le dénominateur $1-k^2c'$ y est de même réductible à 1. Quant au premier membre, on lui substituera le produit de sa propre dérivée en $k$, prise pour $k=k_0$, par le petit écart à évaluer $k-k_0$, et l'on trouvera, tous calculs faits, en résolvant finalement l'équation par rapport à $k$ après avoir

---

sphère artificielle et intérieure à la pression donnée $N\rho gh$, est une pure fiction, destinée à isoler du problème réel, inabordable sans doute, sa partie accessible à notre Science actuelle, en laissant de côté celle qui ne paraît pas l'être, et qui consiste dans la relation existant effectivement entre la pression $N\rho gh$ sous la nappe et le niveau d'aval. En effet, les considérations théoriques que j'ai exposées dans une Note du 7 octobre 1889 (*Comptes rendus*, t. CIX, p. 543), ne fournissent, comme je l'y ai indiqué, qu'une limite de N supérieure, généralement assez éloignée sans doute de la vraie valeur.

remplacé $\log k_0$ par sa valeur tirée de (7),

$$(8)\quad k = k_0(1 + Ac'),\quad \text{où}\quad A = \frac{1-k_0}{1-n^2k_0^2}\;\frac{\frac{1}{n^2} + 2 - 3k_0^2}{\frac{1}{n^2k_0^2} - 4k_0\frac{n^2(1-k_0)^2 + (1-n^2)}{(1-n^2k_0^2)^2}}.$$

» Lorsque $k_0$ croît de zéro à 1 (ce qui comprend les intervalles les plus importants), le coefficient A est positif et grandit, mais en restant inférieur à l'unité. Il égale, en effet, $\frac{1}{3}$ pour $k_0 = 0$; 0,3888 pour $k_0 = 0,3$; 0,4325 pour $n = 1$ ou $k_0 = 0,46854$ (cas de la nappe libre); 0,4840 pour $k_0 = 0,6$; enfin, $\frac{3}{4}$ pour $k_0 = 1$.

» Une valeur quelconque de $n^2$ ou, par suite, de $k_0$, étant censée donnée, la formule (8) et puis les relations (1) à (4), prises avec $\cos\beta = 1$, feront connaître toutes les circonstances de l'écoulement dans la section contractée, si l'on parvient enfin à déterminer, par l'observation ou autrement, la petite contraction inférieure $c$ et sa dérivée $c'$, pour la valeur spéciale de K qui correspond au maximum calculé de débit. Et comme la pression relative N sous la nappe, exprimée par (2), différera peu de $1 - n^2$ ou variera en sens inverse de $n$, il n'en correspondra également qu'une valeur à chacune de $n$; en sorte que, si c'est désormais N, et non plus $n$, qui est fourni directement, on connaîtra bien sans ambiguïté le régime cherché du déversoir.

» V. Il importe d'observer que la dernière expression (4) du coefficient $m$ de débit, différentiée ci-dessus en K, dépend immédiatement des trois variables $k$, $n$, $c$, dont les deux dernières ont le facteur $c'$ dans leur dérivée en K. Par suite, quand on a posé l'équation (6) du maximum en annulant la dérivée complète de $m$ par rapport à K, c'est la dérivée partielle de $m$ en $k$, seule, qui a fourni à l'équation (6) son premier membre, dont $k_0$ est justement la racine. Donc, si l'on fait, pour un moment, abstraction du facteur en $1 - c$ (assez peu variable d'ailleurs) dans l'expression considérée (4) de $m$, la fonction de $n$ et de $k$ restante aura, pour $k = k_0$, sa dérivée en $k$ nulle, ou sera alors maximum relativement à $k$; et la substitution de $k_0$ à la vraie racine $k$ de l'équation (6) la fera croître seulement d'une quantité négligeable de l'ordre de $(k - k_0)^2$. De plus, au même degré d'approximation, le facteur en $1 - c$ laissé de côté pour un instant est réductible à $1 - \frac{3}{2}c$; de sorte qu'il vient simplement, pour évaluer le débit, la formule, *indépendante de la petite dérivée* $c'$,

$$(9)\quad m = M(1 - \tfrac{3}{2}c),\qquad \text{où l'on a posé}\qquad M = k_0 n(1 - k_0^2 n^2)\frac{\log k_0}{k_0 - 1}.$$

» Le coefficient M, variable surtout à raison de son dernier facteur (fractionnaire), décroît avec continuité, de l'infini à zéro, en même temps que $n^2$, ou quand la pression relative N exercée sous la nappe croît de $-\infty$ à 1. Un calcul aisé donne, pour les valeurs de $n^2$ inscrites au Tableau du numéro précédent, ou pour

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $k_0$ = 0,275 | 0,30 | 0,325 | 0,35 | 0,40 | 0,45 | 0,50 | 0,60 | 0,70 | 0,80 | 0,90 | 1 | 1,5 | 2, |
| M = 0,6588 | 0,6352 | 0,6140 | 0,5946 | 0,5606 | 0,5315 | 0,5061 | 0,4640 | 0,4301 | 0,4020 | 0,3783 | 0,3578 | 0,2859 | 0,2416. |

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la propagation des ondes électromagnétiques dans la glace, et sur le pouvoir diélectrique de cette substance.* Note de M. R. **Blondlot.**

« Dans une Note précédente [1], j'ai énoncé la proposition suivante : La longueur des ondes qu'un oscillateur électromagnétique est susceptible d'émettre reste la même, quel que soit le milieu isolant dans lequel l'expérience est faite; autrement dit, la longueur d'onde dépend des dimensions de l'oscillateur seulement, comme, en Acoustique, la longueur des ondes émises par un tuyau dépend de la longueur du tuyau seulement.

» Les expériences de vérification décrites dans la Note citée ont porté sur l'essence de térébenthine et sur l'huile de ricin; la loi s'est montrée parfaitement exacte pour ces deux corps, et tout porte à croire qu'il en serait de même pour les autres diélectriques.

» Un doute subsistait néanmoins pour l'un d'eux, la glace, à cause des propriétés exceptionnelles qui lui ont été attribuées. Les expériences de M. Bouty assignent, en effet, à la glace un pouvoir diélectrique égal à 78, c'est-à-dire incomparablement plus grand que celui de toutes les autres substances [2]. Soupçonnant que la loi relative à la propagation des ondes pourrait ne pas s'appliquer à un diélectrique si différent des autres, j'entrepris de soumettre la question à l'expérience.

» J'ai profité, pour faire ces recherches, des froids intenses et prolongés de l'hiver 1892-1893; M. M. Dufour m'a secondé dans leur exécution, que la rigueur de la température rendait difficile et même pénible : je le remercie pour son extrême obligeance en cette occasion.

» La méthode que j'ai employée est la suivante, identique, à quelques

---

(1) *Comptes rendus,* séance du 25 juillet 1892.

(2) *Ibid.,* séance du 7 mars 1892.

modifications près, nécessitées par l'état solide du diélectrique, à celle que j'avais employée dans le cas de l'essence de térébenthine et de l'huile de ricin.

» Des ondes électromagnétiques sont transmises le long de deux fils de cuivre étamé, de $2^{mm},5$ de diamètre, tendus horizontalement et parallèlement l'un à l'autre à la distance de $0^{m},8$. Un résonateur de cuivre doré, le même qui m'avait servi dans le cas des liquides, est installé à poste fixe entre les fils; la portion des fils de transmission située au delà du résonateur est contenue dans une auge en bois, de $4^{m}$ de longueur. L'auge étant vide de liquide, on cherche où il faut placer un pont métallique mobile, joignant les fils au delà du résonateur, pour faire disparaître l'étincelle : la distance du pont au résonateur est alors le quart de la longueur d'onde propre au résonateur; on repère exactement la position du pont.

» Cela fait, j'entoure la partie du résonateur qui forme condensateur d'un sac étanche en papier parchemin que je remplis d'eau distillée bouillie, puis je fais geler cette eau : la lame d'air du condensateur est ainsi remplacée par une lame de glace. En mesurant de nouveau la longueur d'onde, on la trouve beaucoup plus grande que dans la première expérience : elle est devenue environ les $\frac{141}{100}$ de ce qu'elle était.

» J'emplis alors l'auge avec de l'eau que je fais geler, puis je cherche de nouveau la position du pont pour laquelle l'étincelle disparaît au résonateur : à cet effet, l'on casse et l'on enlève progressivement la glace à partir de l'extrémité de l'auge la plus éloignée du résonateur. J'ai constaté que cette position est *rigoureusement* la même que dans la première expérience, alors que le diélectrique était partout de l'air.

» L'expérience, répétée quatre fois, en faisant varier chaque fois la capacité du condensateur, a toujours donné le même résultat. La proposition relative à la longueur d'onde est donc vraie pour la glace comme pour les autres diélectriques. Par suite, comme je l'ai montré dans ma Note précédemment citée, la relation de Maxwell, d'après laquelle le pouvoir diélectrique est égal au carré de l'indice de réfraction, est également vérifiée dans le cas de la glace pour les ondulations électromagnétiques.

» Les résultats précédents, quelque peu imprévus, m'ont engagé à déterminer la constante diélectrique de la glace, en employant les ondulations électromagnétiques. En fait, l'expérience décrite plus haut me fournissait toutes les données nécessaires pour cette détermination.

» Si, en effet, l'on désigne par $\lambda$ et $\lambda'$ les longueurs d'onde correspondant à un résonateur donné, fonctionnant respectivement dans l'air et dans une substance de pouvoir diélectrique K, on a

$$\frac{\lambda'}{\lambda} = \sqrt{K}.$$

» Comme je l'ai rapporté plus haut, j'ai trouvé

$$\frac{\lambda'}{\lambda} = \frac{141}{100},$$

d'où

$$K = 2, \quad \text{en nombre rond.}$$

» L'expérience, répétée une douzaine de fois, a toujours donné le même résultat: j'estime que l'erreur relative ne dépasse pas $\frac{1}{20}$, car la lame de glace était presque exempte de bulles d'air. D'après cela, la glace ne présenterait pas de propriétés diélectriques exceptionnelles.

» Il reste à expliquer comment MM. Bouty et A. Pérot ont trouvé, pour le pouvoir diélectrique de la glace, des valeurs d'un tout autre ordre. En premier lieu, dans la méthode de M. Bouty, la charge et la décharge du condensateur étaient énormément plus lentes que dans mes expériences. N'est-il pas dès lors vraisemblable que les grandeurs physiques mesurées par M. Bouty et par moi étaient en elles-mêmes fort différentes? En tous cas, on sait aujourd'hui trop peu de choses sur les propriétés diélectriques des corps, pour qu'il y ait lieu de s'étonner de la divergence des nombres obtenus par deux méthodes si dissemblables, si grande soit-elle.

» En second lieu, les résultats donnés par M. A. Pérot ([1]), qui opérait à l'aide de la méthode que j'ai décrite plus haut, sont erronés, comme il l'a reconnu depuis, par suite d'une omission importante dans le calcul des expériences ([2]); en corrigeant cette erreur, les expériences de M. Pérot donnent, pour le pouvoir diélectrique de la glace, un nombre voisin de 2, comme les miennes propres. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Magnétisme moyen du globe et isanomales du magnétisme terrestre.* Note de M. **Alexis de Tillo.**

« Ayant appliqué le principe des isanomales au magnétisme terrestre, j'ai obtenu quelques traits caractéristiques de la constitution magnétique du globe.

» En me servant des meilleures cartes magnétiques construites par Erman-Petersen, Sabine, Creak et Neumayer, j'ai calculé les valeurs

([1]) *Comptes rendus*, séance du 27 juin 1892.

([2]) *Voir* plus loin une Note de M. Perot, p. 601.

moyennes des éléments magnétiques pour les parallèles, pour quatre époques, savoir : 1829, 1842, 1880, 1885. Ces éléments constituent le magnétisme moyen ou permanent du globe.

» Les résultats sont consignés dans les Tableaux suivants :

*Éléments du magnétisme moyen ou permanent du globe.*

| Latitudes. | Déclinaison occ. | | | | Inclinaison. | | | | Potentiel. Unités électriques. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1829. | 1842. | 1880. | 1885. | 1829. | 1892. | 1880. | 1885. | 1829. | 1885. |
| 70° nord.... | 1°,9 | 1°,9 | 1°,6 | 0°,7 | 80°,6 | 80°,7 | 80°,8 | 80°,6 | 0,29 | 0,29 |
| 60 » .... | 1,6 | 2,8 | 2,3 | 2,5 | 75,5 | 75,5 | 75,3 | 75,1 | 0,28 | 0,29 |
| 50 » .... | 1,8 | 1,9 | 1,5 | 1,4 | 62,8 | 68,7 | 68,5 | 68,4 | 0,25 | 0,25 |
| 40 » .... | 0,9 | 1,1 | 0,7 | 0,7 | 60,1 | 60,7 | 59,8 | 59,8 | 0,21 | 0,21 |
| 30 » .... | 0,7 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 48,9 | 49,4 | 48,7 | 49,0 | 0,17 | 0.16 |
| 20 » .... | 0,5 | 0,6 | 0,5 | 0,5 | 34,6 | 34,9 | 34,4 | 34,2 | 0,11 | 0,11 |
| 10 » .... | 0,5 | 0,4 | 0,7 | 0,7 | 17,2 | 17,4 | 16,7 | 16,0 | 0,06 | 0,05 |
| Équateur... | 0,6 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | — 1,8 | — 1,4 | — 3,3 | — 3,2 | 0,00 | 0,00 |
| 10 sud..... | 0,9 | 1,3 | 1,2 | 1,2 | —20,2 | —19,7 | —21,6 | —21,5 | —0,06 | —0,06 |
| 20 » ..... | 1,4 | 1,6 | 1,9 | 1,9 | —35,9 | —35,1 | —37,1 | —36,8 | —0,11 | —0,11 |
| 30 » ..... | 2,0 | 2,0 | 2,8 | 2,6 | —48,3 | —47,3 | —48,6 | —48,6 | —0,16 | —0,16 |
| 40 » ..... | 2,5 | 2,3 | 3,6 | 3,5 | —57,6 | —57,4 | —57,4 | —57,2 | —0,20 | —0,20 |
| 50 » ..... | 2,7 | 2,4 | 3,9 | 4,0 | —64,9 | —64,6 | —64,4 | —64,1 | —0,25 | —0,24 |
| 60 » ..... | 2,7 | 2,4 | 3,7 | 4,1 | —70,8 | —70,7 | —70.2 | —70,0 | —0,28 | —0,27 |

» Pour les forces totale, horizontale et verticale, il suffira de donner les moyennes générales qui correspondent à l'époque moyenne de l'an 1859. L'intensité est exprimée en unités électriques.

*Intensité du magnétisme moyen ou permanent du globe.*

| Latitudes. | Forces totale. | horizontale. | verticale. |
|---|---|---|---|
| 70° nord ................ | 0,58 | 0,09 | +0,57 |
| 60 » ................ | 0,56 | 0,14 | +0,55 |
| 50 » ................ | 0,54 | 0,19 | +0,50 |
| 40 » ................ | 0,50 | 0,24 | +0,43 |
| 30 » ................ | 0,45 | 0,29 | +0,34 |
| 20 » ................ | 0,41 | 0,32 | +0,23 |
| 10 » ................ | 0,37 | 0,34 | +0,11 |
| Équateur ............... | 0,35 | 0,34 | —0,02 |
| 10 sud ................ | 0,36 | 0,32 | —0,13 |
| 20 » ................ | 0,39 | 0,30 | —0,23 |

| Latitudes. | Forces totale. | horizontale. | verticale. |
|---|---|---|---|
| 30° » | 0,43 | 0,27 | −0,32 |
| 40 » | 0,47 | 0,24 | −0,40 |
| 50 » | 0,52 | 0,21 | −0,47 |
| 60 » | 0,57 | 0,18 | −0,53 |

» Avec les valeurs moyennes de ces Tableaux, j'ai construit des *tables* et des *cartes* des *isanomales* de l'inclinaison, du potentiel et de l'intensité magnétique. En ce qui concerne la déclinaison, on s'aperçoit, d'après les données de mon premier Tableau, que chaque carte des lignes isogoniques est en même temps une carte des isanomales de la déclinaison, parce que les déclinaisons moyennes des parallèles ne diffèrent pas beaucoup de zéro.

» Un fait nouveau et important est que, *par rapport à chaque élément magnétique, le globe représente deux hémisphères dans le sens longitudinal.* L'un de ces hémisphères possède des valeurs plus grandes de l'élément respectif que l'autre hémisphère, et il existe une liaison évidente entre l'allure des isanomales des divers éléments.

» Par exemple, les lignes agoniques (de déclinaison zéro) se reproduisent sur les Cartes des isanomales de l'inclinaison, de la force verticale et du potentiel magnétique. Notamment, il y a coïncidence de la déclinaison zéro avec les valeurs maxima et minima de ces éléments sur les parallèles.

» Les isanomales de la force horizontale indiquent généralement que la surface du globe où la déclinaison est occidentale possède une plus faible force horizontale, tandis que l'hémisphère où prédomine la déclinaison orientale présente une plus grande force horizontale. »

M. **Haton de la Goupillière** annonce à l'Académie que M. *Cotteau*, Correspondant pour la Section d'Anatomie et Zoologie, a légué à l'École nationale supérieure des Mines sa magnifique collection d'Échinides fossiles.

« Voué depuis de longues années à l'étude de cette classe d'animaux, M. Cotteau était devenu l'une des premières autorités dans cette branche de la Paléontologie, ainsi que M. Blanchard l'a rappelé en termes éloquents dans la séance du 13 août dernier. L'École des Mines possède déjà, pour le même groupe, la collection Michelin, qui, bien que plus ancienne,

présente une grande valeur. La réunion de ces deux collections, que M. Cotteau avait toujours eue en vue, constituera un ensemble hors de pair, avec lequel il sera difficile à tout autre Musée de rivaliser sur ce terrain spécial. »

## NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui doivent être présentés à M. le Ministre du Commerce, de l'Industrie, et des Postes et Télégraphes, pour la chaire de Constructions civiles, actuellement vacante au Conservatoire des Arts et Métiers.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du premier candidat, le nombre des votants étant 39 :

M. Pillet obtient . . . . . . . . . . . . 39 suffrages.

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du second candidat, le nombre des votants étant 39 :

M. Denfer obtient . . . . . . . . . . . . 38 suffrages.
M. Monduit » . . . . . . . . . . . . 1 »

En conséquence, la liste présentée par l'Académie à M. le Ministre comprendra :

*En première ligne* . . . . . . . . . M. **Pillet**.
*En seconde ligne*. . . . . . . . . . M. **Denfer**.

## CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, diverses brochures de M. *Maignen*, relatives à la purification des eaux par le filtrage, à leur stérilisation, et à l'alimentation des villes en eau potable.

(Commissaires : MM. Schlœsing, Duclaux, Bouchard.)

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le pouvoir diélectrique de la glace.* Note de M. **A. Pérot.**

« J'ai publié, dans la séance du 27 juin 1892, le résultat d'expériences faites pour déterminer, par les oscillations électriques, la constante diélectrique de la glace.

» Dans le calcul de ces expériences, que j'avais conduit comme pour le verre, j'ai commis une erreur due à l'existence de la capacité extérieure qui, dans ces expériences, est altérée, le condensateur étant plongé tout entier ou en partie dans le diélectrique. M. Blondlot m'ayant signalé la discordance qui existe entre ses résultats et ceux que j'avais obtenus, j'ai repris les calculs et fait de nouvelles expériences dont je donne le résultat ci-dessous.

| $\lambda$ (air). | $\lambda$ (glace). | $\sqrt{K}$. |
|---|---|---|
| 91 | 130 | 1,43 |
| 91 | 133 | 1,46 |
| 136 | 186 | 1,37 |
| 136 | 197 | 1,44 |
| 151 | 215 | 1,42 |
| 149 | 214 | 1,44 |

Moyenne : $\sqrt{K} = 1,43$, $K = 2,04$.

CHIMIE. — *Étude des chaleurs latentes de vaporisation des alcools saturés de la série grasse.* Note de M. **W. Louguinine.**

« Les recherches qui font le sujet de cette Note ont été entreprises dans le but de rendre comparables entre elles les nombreuses données que nous possédons sur les chaleurs de combustion des diverses substances organiques liquides, en les ramenant à un état physique identique, celui de vapeur; c'est donc la détermination des chaleurs latentes de vaporisation qui fait le sujet du travail dont je publie actuellement en abrégé la première partie.

» En exécutant ces expériences, j'ai tâché de réaliser les conditions établies par Regnault dans ses recherches classiques sur les chaleurs latentes de vaporisation; seulement je suis parvenu à obtenir des résultats

précis en n'employant pour chaque expérience qu'à peu près $100^{gr}$ de liquide, tandis que Regnault croyait qu'un minimum de $1^{lit}$ était indispensable pour arriver à ce résultat.

» Dans un Mémoire qui doit paraître sous peu dans les *Annales de Chimie et de Physique*, je décrirai en détail l'appareil et la méthode d'expérimentation.

» Les substances que j'ai étudiées ont été préparées avec le plus grand soin, purifiées de toute trace d'eau, mises à l'abri de tout contact de l'humidité de l'air pendant l'expérience même. J'ai utilisé les chaleurs spécifiques déterminées par von Reiss (*Wied. Annalen*, XIII).

» 1. *Alcool éthylique.* — Il a été fait, avec cet alcool, en tout onze expériences, à des pressions voisines de $750^{mm}$.

» Ces expériences formaient trois séries :

| | cal |
|---|---|
| Moyenne de la première | 201,15 |
| » deuxième | 202,58 |
| » troisième | 200,53 |

» Dans chacune des séries, les expériences extrêmes différaient de la moyenne de moins de $\frac{1}{400}$; la moyenne définitive des onze expériences est $201^{cal},42$.

» Ce nombre, 201,42, est inférieur à celui qui a été trouvé par les autres expérimentateurs; Andrews seul donne un nombre voisin ($202^{cal},04$). Je crois pouvoir attribuer ce fait aux grandes précautions que j'ai prises pour opérer sur un alcool absolument anhydre, et éviter le contact de l'humidité de l'air; la moindre trace d'eau augmentait d'une manière notable la chaleur latente de vaporisation; ainsi Brix, en opérant sur un alcool contenant seulement $\frac{1}{2}$ pour 100 d'eau, a trouvé pour la chaleur latente la valeur $214^{cal},25$ (*Pogg. Annalen*, 55, 1842). Regnault a trouvé, pour la chaleur latente totale de l'alcool à 80°, la valeur $266^{cal},0$, et pour chaleur spécifique entre 8° et 0°, 0,76938, ce qui donnerait pour la chaleur latente de vaporisation — $204^{cal},45$, nombre supérieur d'à peu près 1,5 pour 100 à celui que j'ai obtenu. W. Ramsay et Sidney Young (*Philos. Trans.*, 1886) ont calculé la chaleur latente de vaporisation de $C^2H^6O$ en partant de la ormule $L = (s_1 - s_2)\frac{t}{I}\frac{dp}{dt}$, dans laquelle L est la chaleur latente de vaporisation, $s_1 - s_2$ les volumes de la vapeur saturée et du liquide, $t$ la température absolue de l'ébullition du liquide, I l'équivalent mécanique de la chaleur, $\frac{dp}{dt}$ la variation de la pression avec la température. Ces sa-

vants ont trouvé, pour 80°, L = 206$^{cal}$,4 (Table, p. 153). La différence entre ce nombre et celui que j'ai obtenu, par expérience directe, peut, je crois, être expliquée par la variété des données expérimentales entrant dans la formule employée; quant à la différence, relativement moins importante, entre mes nombres et celui de Regnault qui, pour la seconde série de mes expériences, est inférieure à 1 pour 100, elle peut être attribuée, je crois, à de légères différences dans le degré de pureté des échantillons d'alcool employés.

» 2. *Alcool propylique normal.* — J'ai opéré sur deux échantillons de substance, et fait avec chacun cinq expériences.

» *Échantillon a :* P. éb. : 96°,96, $H_0$ = 751$^{mm}$,03. Moyenne = 164$^{cal}$,07.
» L'expérience extrême en différait de $\frac{1}{164}$.
» *Échantillon b.* P. éb. : 96,81, $H_0$ = 754$^{mm}$,02. Moyenne = 163$^{cal}$, 19.
» L'expérience extrême en différait de $\frac{1}{320}$.

» Je crois devoir adopter, pour la chaleur de vaporisation de cet alcool, la moyenne de la première série, le point d'ébullition semblant indiquer un plus grand degré de pureté de la substance employée. Ramsay et Young (*Ph. Transact.*, 1889) ont calculé la chaleur latente de cet alcool, à l'aide de la formule citée plus haut, et ont trouvé : pour 100°, L = 164$^{cal}$,0 ; pour 90°, L = 169$^{cal}$,0; ce qui donnerait, pour 96°,96, L = 165$^{cal}$,06 environ, nombre très voisin de celui que j'ai obtenu par expérience directe.

» 3. *Alcool isopropylique.* — P. éb. = 82°,19, $H_0$ = 750$^{mm}$,31.

» Reiss n'ayant pas déterminé la chaleur spécifique de cet alcool, j'ai cru pouvoir adopter le même nombre que celui donné pour l'alcool propylique normal, vu que généralement les chaleurs spécifiques des substances isomères ne diffèrent pas beaucoup entre elles.

» Il a été fait avec cet alcool quatre déterminations, à des pressions $H_0$ variant entre 746$^{mm}$,6 et 749$^{mm}$,0. Moyenne = 159$^{cal}$,72.
» L'expérience extrême en différait de moins de $\frac{1}{300}$.

» 4. *Alcool butylique normal.* — P. éb. = 106°,48, $H_0$ = 749$^{mm}$,07.

» Il a été fait avec cet alcool quatre expériences, à des pressions barométriques $H_0$ variant entre 746$^{mm}$,4 et 755$^{mm}$,6. Moyenne = 138$^{cal}$,18.
» L'expérience extrême différait de nombre d'à peu près $\frac{1}{500}$.

» 5. *Alcool isobutylique :* P. éb. = 107°,67, $H_0$ = 760$^{mm}$,36. — La chaleur spécifique de cette substance n'ayant pas été déterminée, j'ai cru éga-

lement pouvoir admettre dans les calculs le nombre trouvé pour l'alcool normal.

» Il a été fait avec cette substance quatre expériences à des pressions $H_0$ voisines de $746^{mm},0$. Moyenne $= 136^{cal},16$.

» L'expérience extrême en différait d'à peu près $\frac{1}{1300}$.

» 6. *Alcool amylique de fermentation* : P. éb. $= 130^{\circ},06$, $H_0 = 752^{mm},2$.

» La moyenne de quatre expériences faites à des pressions voisines de $750^{mm},0$ est $118^{cal},15$.

» L'expérience extrême en diffère de $\frac{1}{400}$.

» 7. *Hydrate d'amylène* (diméthyléthylcarbinol) : P. éb. $= 102^{\circ},08$, $H_0 = 753^{mm},0$. J'ai également adopté, pour la chaleur spécifique de cet alcool, le nombre trouvé pour son isomère, l'alcool de fermentation.

» Je n'ai pu faire avec cette substance que trois déterminations. Moyenne $= 110^{cal},37$.

» L'expérience extrême en diffère d'à peu près $\frac{1}{110}$.

» Toutes ces déterminations ont été faites à des pressions barométriques variant entre $745^{mm}$ et $755^{mm}$ : elles sont donc parfaitement comparables entre elles ; la seule cause d'incertitude que ces recherches puissent présenter doit se trouver, selon moi, dans l'adoption des mêmes chaleurs spécifiques pour les divers alcools isomères, ce qui ne peut pas être absolument exact. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un cas particulier de l'attaque du glucose par les alcalis.* Note de M. **Fernand Gaud**.

« Dans une séance récente de l'Académie, M. H. Causse indiquait une méthode pour étudier de plus près la marche de l'oxydation des corps à fonctions alcooliques. Son procédé, qu'il appliquait à l'étude de l'action de l'acide azotique sur la glycérine, consiste à faire intervenir un oxyde métallique capable de fournir, avec un des acides produits, un composé salin insoluble dont la formation limite la réaction à cet acide. Cette méthode, qui n'est que l'application à un cas particulier d'une loi générale, nous l'avons utilisée dans nos recherches sur la capacité réductrice du glucose et les produits de décomposition qui en résultent, recherches que nous poursuivons depuis bientôt cinq ans.

» L'action de l'oxyde de cuivre alcalin sur le glucose ne se traduit pas

seulement par l'oxydation du glucose, qui se trouve transformé en acides tartronique, formique et oxalique, ces deux derniers en très minime quantité vis-à-vis de l'autre. Une fraction du poids du glucose (dont la valeur dépend à la fois des conditions physiques de l'expérience et du rapport du poids de glucose employé au poids exigé pour une réduction complète) est attaquée par l'alcali libre, et changée en produits complexes dont la formation n'a pas été encore bien justifiée. Nous avons pu constater de ce fait la présence des acides lactique, oxyphénique et oxalique, puis de deux corps isomères de l'acide dioxyphénylpropionique, et, dans le cas où le glucose a été mis en excès, des acides mélassique et glucique, constituant la plus grande partie des corps laissés de côté sous le nom de *résines*. Tous ces corps sont produits par une réaction complète de la base sur le glucose.

» La méthode des oxydes métalliques nous a fourni la confirmation la plus évidente de la théorie de cette réaction, théorie à laquelle d'autres inductions nous avaient conduit.

» Il y a tout d'abord, pour les molécules de glucose soumises à l'action de l'alcali, formation d'acide glucique par simple déshydratation. Mais cet acide ne subsiste pas, étant en entier dédoublé en pyrocatéchine et acide gluconique, d'après le schéma $C^{12}H^{18}O^9 = C^6H^6O^2 + C^6H^{12}O^7$. Ce dernier subit aussi un dédoublement qui donne naissance aux acides lactique et glycérique $C^6H^{12}O^7 = C^3H^6O^3 + C^3H^6O^4$. L'acide glycérique, en présence de la base, est transformé en acides lactique et oxalique. Entre l'acide lactique et la pyrocatéchine, demeurant à l'état libre, se produit une double éthérification réciproque, en vertu de laquelle on trouve deux éthers isomères de l'acide hydrocaféique $C^9H^{10}O^4$. L'un est acide et répond à la constitution $C^6H^4 \left\langle \begin{matrix} O - CH \left\langle \begin{matrix} CH^3 \\ CO^2H\,(1) \end{matrix} \right. \\ OH\,(2) \end{matrix} \right.$, l'autre à la fonction alcoolique $C^6H^4 \left\langle \begin{matrix} CO^2 - CH\,OH - CH^3\,(1) \\ OH^2\,(2) \end{matrix} \right.$. Il ne se forme pas trace d'éther bi-acide. De tous ces produits les acides oxyphénique, lactique et leurs éthers, et l'acide oxalique demeurent seuls, et on peut les isoler. Les autres se transforment à l'état naissant, et pour se rendre compte qu'ils sont bien des points intermédiaires dans la réaction, il faut opérer en présence successivement des différents oxydes métalliques capables de précipiter chacun d'eux. La réaction se limite, chaque fois, à l'acide mis en cause, et il manque tous les produits à qui il donne normalement naissance.

» Afin de produire les précipités dans de bonnes conditions d'observation, il importe que l'oxydule cuivreux reste dissous : ce résultat est facilement obtenu en ajoutant une petite quantité d'ammoniaque, qui ne vient modifier en aucune manière l'action de l'alcali. Le poids de glucose doit être théorique, pour obtenir un liquide incolore.

» On doit, en outre, tenir compte de ce que la plus grande partie du glucose, échappant à l'alcali, se trouve oxydé en acides gluconique, saccharique, et enfin tartronique. Dans les conditions normales, ce dernier seul subsiste; mais on est exposé à faire apparaître l'un ou l'autre des deux premiers, dès qu'on emploiera un oxyde capable de former un sel insoluble avec celui-là même.

» Ainsi l'hydrate de plomb précipite les acides glucique et gluconique : il est impossible de caractériser dans la liqueur filtrée aucun des produits dérivés de ces premiers termes des deux séries.

» L'hydrate de cadmium, que la présence du glucose maintient en dissolution dans le liquide alcalin, fournit du gluconate de cadmium. L'oxydation par l'oxyde de cuivre s'est arrêtée à son premier terme, et l'on ne trouve ni acide saccharique, ni acide tartronique; mais on peut retirer de la pyrocatéchine formée de l'acide glucique en même temps qu'une autre portion d'acide gluconique.

» Le chlorure stanneux sépare l'acide lactique : les acides gluconique et glucique ont disparu; seuls la pyrocatéchine et ses éthers lactiques demeurent. De même pour les produits normaux condensés en acide tartronique.

» L'hydrate bismuthique rend stable l'acide glycérique, avec lequel il donne un glycérate neutre. Dans cet essai, la chaux ne décèle point d'acide oxalique, produit ultime de l'acide glycérique.

» Il est donc très facile, par cette méthode, d'analyser la réaction et de la suivre pas à pas. Elle nous a permis, dans le cas présent, d'établir en toute sûreté le processus chimique du travail secondaire dû à l'alcali (1). »

---

(1) Laboratoire de Chimie organique de l'École de Pharmacie de Marseille.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la production de l'aldéhyde formique gazeux destiné à la désinfection.* Note de MM. **R. Cambier** et **A. Brochet**, présentée par M. Friedel.

« Une Note de M. Trillat, présentée dans la dernière séance, sur l'action antiseptique des vapeurs d'aldéhyde formique, nous oblige à publier, dès à présent, quelques uns des résultats que nous avons obtenus sur ce sujet dont nous nous occupons depuis quelques mois pour le Service de l'assainissement de la ville de Paris.

» Nous avons cherché à préparer l'aldéhyde formique par deux procédés : 1° dépolymérisation du trioxyméthylène par la chaleur; 2° production directe par la combustion incomplète de l'alcool méthylique.

» Mais une première étude s'imposait. On sait avec quelle facilité se polymérise la formaldéhyde; pouvions-nous espérer que ce corps, si antiseptique à l'état de gaz, ne se transformerait pas spontanément en son polymère, le trioxyméthylène, complètement inactif vis-à-vis des bactéries et de leurs spores?

» Le trioxyméthylène qui nous a servi se prépare très aisément en additionnant la solution d'aldéhyde à 40 pour 100 du commerce du quart environ d'acide sulfurique. La polymérisation s'effectue du jour au lendemain; un simple lavage à l'eau ammoniacale, puis à l'eau pure, donne le trioxyméthylène absolument pur.

» Si l'on introduit une certaine quantité de trioxyméthylène dans une éprouvette retournée sur le mercure et que l'on chauffe, ce corps se décompose en donnant de l'aldéhyde formique gazeux. Si l'on cesse de chauffer, on voit, dès que le tube est froid, un corps blanc se déposer sur ses parois et le mercure remonter jusqu'en haut. Dans ce cas, la repolymérisation est totale et presque instantanée.

» En répétant cette expérience, en laissant une petite quantité d'air dans l'éprouvette, la repolymérisation a également lieu, mais elle est d'autant plus lente que la quantité d'air est plus considérable. Si l'air est en très grand excès, ce qui se produit dans le cas pratique de la désinfection, la transformation en polymère est négligeable; c'est ainsi que l'atmosphère d'une cloche de $20^{\text{lit}}$, dans laquelle on avait volatilisé quelques centigrammes de trioxyméthylène, s'est montrée aussi antiseptique après huit jours d'abandon que le premier.

» En projetant du trioxyméthylène sur une plaque chauffée vers 200°, on le voit se volatiliser et l'on sent l'odeur si piquante de l'aldéhyde formique; mais celui-ci, se mélangeant mal à l'atmosphère, reste à un grand état de concentration et se retransforme en son polymère que l'on voit sous la forme d'un nuage blanc à peu de distance de la plaque. Il faudrait donc employer un appareil qui permît de mélanger rapidement les vapeurs aldéhydiques et dès lors disparaît la simplicité tentante de ce dispositif.

» Nous avons songé alors à utiliser la réaction classique d'Hofmann pour la production de l'aldéhyde formique gazeux. Dans ce but, nous avons fait construire un appareil composé d'un brûleur et d'un réservoir. Le brûleur est formé d'une bourre d'amiante contenue dans un tube métallique percé de nombreux trous à sa partie supérieure, et recouvert d'un large *dé* de toile de platine. Pour modérer l'afflux de l'oxygène atmosphérique, ce qui a une importance capitale au point de vue des rendements, nous employons un régulateur analogue à celui bien connu du bec Bunsen; ce régulateur est surmonté d'une lame de mica formant cheminée. L'appareil ainsi disposé fonctionne très régulièrement, sans danger d'incendie; les brûleurs, suivant la capacité de la salle à désinfecter, peuvent s'adapter en nombre variable sur le réservoir d'alcool méthylique à niveau constant.

» Les premiers essais faits avec cet appareil remontent au mois de mai, ainsi qu'en témoigne un Mémoire publié par M. le Dr Miquel [1] *Sur la désinfection des poussières d'appartement*, Mémoire cité dans sa Note par M. Trillat, qui n'ignorait donc pas l'existence de nos recherches.

» Les procédés usités pour le dosage de l'aldéhyde formique sont peu exacts et du reste inapplicables quand ce corps est contenu dans un mélange gazeux. Nous publierons bientôt un procédé entièrement nouveau, basé sur l'action de l'aldéhyde formique sur l'urée, et qui nous sert à établir le rendement de nos lampes.

» Nous avons entrepris plusieurs séries d'expériences; les unes, faites au laboratoire de Bactériologie de Montsouris, dans des cloches de grande capacité, nous ont permis de stériliser, à coup sûr, les poussières habituelles des appartements, ainsi que les cultures de différents organismes pathogènes; les autres, effectuées sur une plus grande échelle, dans des salles inoccupées de l'ancien collège Rollin, nous ont donné d'abord des ré-

---

(1) Miquel, *Annales de Micrographie*, t. VI, p. 365.

sultats moins satisfaisants; on se heurte à de nombreuses difficultés quand on veut appliquer à la pratique les résultats du laboratoire.

» Quelques-unes sont déjà vaincues, et nous n'indiquons aujourd'hui ces travaux que pour établir notre droit à continuer des recherches poursuivies par nous déjà depuis plusieurs mois. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Fabrication de l'alumine au moyen des argiles.* Note de M. **Joseph Heibling.**

« Dans l'état actuel de la fabrication de l'alumine, on se heurte presque toujours à deux difficultés principales : la présence inévitable de la silice, et le prix de revient trop élevé du produit. Le procédé suivant m'a donné d'excellents résultats.

» Soit une argile d'une teneur donnée en alumine. Pour chaque molécule d'alumine, on incorpore à la pâte d'argile 3 molécules de sulfate d'ammoniaque [$SO^4$, $(AzH^4)^2$], et un poids à peu près égal de sulfate neutre de potasse ($SO^4$, $K^2$); 1 molécule de sulfate de potasse suffirait théoriquement. Le tout est malaxé d'abord, puis passé dans une machine à briques, qui débite le tout en briques creuses.

» Ces briques sont cuites à une température de 270°C. à 280°C. A cette température, le sulfate d'ammoniaque se décompose en sulfate acide d'ammoniaque ($SO^4$, H, $AzH^4$) et en gaz ammoniac qui se dégage et peut être recueilli par un condensateur. L'acide du sulfate acide d'ammoniaque se porte d'abord sur le sulfate neutre de potasse, qui devient sulfate acide de potasse; ensuite, ce dernier, en présence de l'alumine, de l'argile, et à cette température, se neutralise par l'alumine pour former du sulfate double d'alumine et de potasse, c'est-à-dire de l'alun absolument fixe. Les briquettes ainsi alunées sont épuisées au moyen d'un système de lavages méthodiques.

» La silice peut être utilisée pour ciment.

» L'alun obtenu est débarrassé du fer par recristallisation et sa solution peut être traitée par l'ammoniaque qui a distillé, en vue de la précipitation de l'alumine. On régénère ainsi les sels primitifs de sulfate de potasse et de sulfate d'ammoniaque.

» Malheureusement l'alumine ainsi obtenue est gélatineuse. Pour l'obtenir grenue, on étale l'alun pulvérulent sur des claies étagées dans une tourelle qu'on fait traverser dans toute sa hauteur par l'ammoniaque chaude et humide, provenant de la cuisson des briquettes. Dans ce cas, l'alun se transforme sur place en un mélange de sulfate d'ammoniaque, de sulfate de potasse, et en alumine grenue qui garde la forme sablonneuse de la poudre d'alun utilisée, et se prête avec la plus grande facilité aux lavages et à la calcination.

» Cette alumine est chimiquement exempte de silice, son alun ayant été

obtenu dans une atmosphère alcaline. Quant au fer, il a été facile de l'éliminer des aluns par quelques cristallisations.

» Enfin, elle est facile à mettre en sulfate, et ce dernier peut être utilisé lui-même pour la préparation des divers aluns. »

BOTANIQUE. — *Sur la germination des graines oléagineuses.* Note de M. LECLERC DU SABLON.

« Je me suis proposé d'étudier les transformations chimiques qui se produisent pendant la germination des graines oléagineuses; je prendrai comme exemple les graines de Chanvre.

» Les graines entourées du péricarpe sont mises à germer dans une étuve dont la température est maintenue à 22°. La germination se fait ainsi d'une façon uniforme, et le degré de développement des plantules peut être indiqué par la longueur de la radicule. Les graines arrivées à des degrés différents de développement sont desséchées dans une étuve à 45°, puis pilées et pesées. L'huile est extraite par l'éther anhydre; la matière épuisée par l'éther est traitée par l'eau, afin de dissoudre les sucres. La solution ainsi obtenue est divisée en deux parties égales : une moitié sert à doser directement le glucose au moyen de la liqueur de Fehling; l'autre moitié, traitée par l'acide chlorhydrique étudiée, donne la quantité totale d'hydrates de carbone transformables en glucose.

TABLEAU I.

| Longueur de la radicule. | Poids de la matière sèche. | Huile. | | Glucose. | | Hydrates de carbone. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| cm | gr | gr | | gr | | gr | |
| 0 | 6,976 | 2,113 | (30 %) | 0,190 | (2,7 %) | 0,260 | (3,8 %) |
| 0,8 | 5,917 | 1,830 | (30 %) | 0,100 | (1,6 %) | 0,115 | (1,9 %) |
| 2,0 | 2,997 | 0,736 | (24 %) | 0,195 | (6,5 %) | 0,205 | (6,8 %) |
| 2,5 | 3,345 | 0,594 | (17 %) | 0,455 | (13,6 %) | 0,435 | (13,0 %) |
| 5,0 | 2,762 | 0,397 | (14 %) | 0,390 | (14,1 %) | 0,360 | (13,0 %) |

» Il faut d'abord remarquer qu'au début de la germination, la proportion d'huile reste constante, quelquefois même augmente légèrement, le poids total de la graine diminuant plus vite que le poids de l'huile; ensuite, la teneur en huile diminue constamment, comme dans toutes les graines oléagineuses qui ont été étudiées. La quantité d'acide gras, qui n'est pas indiquée sur le Tableau ci-dessus, est faible et augmente avec le développement de la plantule.

» Les variations de la quantité de glucose et d'hydrates de carbone

donnent lieu à des remarques plus complexes. Pour interpréter et compléter les résultats indiqués dans le Tableau I, j'ai fait une seconde série de dosages avec des graines arrivées respectivement au même état de développement.

» Après avoir extrait l'huile par l'éther, je traite le résidu non plus par l'eau, mais par l'alcool à 85° qui dissout les sucres, mais laisse les dextrines et les diastases. J'obtiens ainsi les résultats suivants, en dosant le glucose dans une moitié du liquide et les hydrates de carbone dans l'autre moitié.

Tableau II.

| Longueur de la radicule. | Poids de la matière sèche. | Glucose. | | Hydrates de carbone. | |
|---|---|---|---|---|---|
| cm | gr | gr | | gr | |
| 0 | 5,251 | traces | | 0,165 | (3,1 %) |
| 0,8 | 6,210 | 0,045 | (0,7 %) | 0,125 | (2,0 %) |
| 2,0 | 3,071 | 0,075 | (2,4 %) | 0,180 | (5,8 %) |
| 2,5 | 3,173 | 0,140 | (4,4 %) | 0,260 | (8,1 %) |
| 5,0 | 3,420 | 0,210 | (6,1 %) | 0,400 | (11,6 %) |

» D'après ce second Tableau, on voit que les graines non germées ne renferment pas de glucose, mais une quantité notable d'un sucre qui ne devient réducteur qu'après avoir subi l'action de l'acide chlorhydrique étendu; ce sucre est un saccharose, qui joue dans la graine le rôle de matière de réserve. Lorsque la germination est commencée, le saccharose consommé par la plantule se trouve en quantité moindre; le glucose, au contraire, provenant d'abord de l'interversion du saccharose, puis de la digestion de l'huile, existe en quantité de plus en plus considérable. Ensuite, lorsque la germination est plus avancée, la proportion de sucre non réducteur, qui avait d'abord diminué, augmente et continue à croître en même temps que la proportion du sucre réducteur.

» On peut expliquer ce résultat en supposant que la digestion de l'huile s'opère d'une façon analogue à celle de l'amidon. On sait que, pendant la germination des graines à réserve amylacée, l'amidon, après une série assez complexe de réactions, est transformé en maltose, et que le maltose est finalement transformé en glucose. Les chiffres portés au Tableau II s'accordent parfaitement avec une semblable hypothèse. L'avant-dernier terme de la digestion de l'huile serait un saccharose à pouvoir réducteur nul ou faible, qui serait finalement transformé en glucose.

» Dans le Tableau II, on trouve moins d'hydrates de carbone que dans le Tableau I; cela provient sans doute de ce que les graines renferment

des hydrates de carbone, tels que la dextrine, qui sont insolubles dans l'alcool.

» Il est maintenant facile d'expliquer les contradictions qui semblent exister entre le Tableau I et le Tableau II. La quantité de glucose est beaucoup plus considérable dans le Tableau I que dans le Tableau II. Cela tient à ce que, dans le premier cas, l'eau en dissolvant les sucres dissout en même temps les diastases contenues dans les graines et, notamment, l'invertine qui transforme le sucre non réducteur en sucre réducteur. Cette transformation, qui s'effectue normalement dans la cellule vivante, s'est donc opérée pendant les manipulations, en dehors de l'organisme. D'ailleurs, si dans le Tableau I la quantité de glucose est supérieure à la quantité totale d'hydrates de carbone, cela tient à ce qu'une certaine quantité de sucre a été détruite pendant l'ébullition dans l'acide chlorhydrique.

» Il m'a été possible de démontrer directement l'action de l'invertine dans les expériences du Tableau I.

» Je prends $6^{gr},696$ de graines desséchées, dont la radicule a atteint $1^{cm}$ de longueur; j'extrais l'huile; je traite le résidu par l'alcool à 85°, qui dissout les sucres et laisse les diastases. En utilisant pour le dosage une partie seulement du liquide, je trouve $0^{gr},100$ de glucose et $0^{gr},335$ d'hydrates de carbone. Je reprends par l'eau la matière épuisée par l'alcool; j'ai ainsi un liquide qui renferme en dissolution les diastases de la graine et une quantité à peu près nulle de sucre; je mélange cette solution au liquide qui contenait $0^{gr},100$ de glucose et $0^{gr},335$ d'hydrates de carbone, et, au bout d'un jour, je constate que tous les hydrates de carbone ont été transformés en glucose.

» Les graines de Lin, de Colza, de Pavot, d'Arachide et de Ricin m'ont donné des résultats analogues, que je compte exposer prochainement en détail. Une Note déjà publiée ([1]) renferme mes premières observations sur le Ricin. »

SÉRICICULTURE. — *Expériences sur les œufs des vers à soie du mûrier, race annuelle.* Note de M. **Victor Rollat.**

« On sait que nos graines de vers à soie, soumises aux seules influences de la température, ne peuvent éclore qu'après qu'elles ont subi, pendant

([1]) *Comptes rendus,* séance du 16 octobre 1893.

un temps plus ou moins long, l'influence d'une température froide. Il y a longtemps déjà que M. E. Duclaux a démontré ce fait expérimentalement.

» J'ai été conduit à me demander quel serait l'effet de la *compression*. Au mois d'octobre 1891, je comprimai, dans un nouet très serré, $2^{gr}$ à $3^{gr}$ de graines, pondues depuis plusieurs mois, mais n'ayant pas encore subi l'action du froid. Après une douzaine de jours de compression, je remis ces graines en liberté : des éclosions s'y produisirent quinze ou vingt jours après, alors qu'il n'y en eut aucune dans le lot de comparaison.

» Pour savoir si l'air comprimé produirait les mêmes résultats, j'ai imaginé un petit appareil, que j'ai nommé *couveuse à air comprimé*, et avec lequel j'ai pu faire, l'année dernière, des expériences sur des graines pondues depuis plusieurs mois; j'ai toujours obtenu des éclosions.

» Voici enfin une expérience, faite cette année même, et qui ne laisse plus de doute sur l'action de l'air comprimé.

» Le 9 juin, à $2^h$ de l'après-midi, je divisai, en six morceaux chacune, trois cellules (petits carrés de toile) contenant chacune la ponte d'une femelle. Ces œufs avaient été pondus dans la nuit du 8 au 9 juin, c'est-à-dire depuis moins de vingt-quatre heures. Je mis cinq morceaux de chacune de ces cellules dans la couveuse et je donnai une pression de $3^{kg}$ à $4^{kg}$ (ou atmosphères). Le sixième morceau servait de lot témoin, et était placé à côté de la couveuse.

» La température du local où se faisait l'expérience variait, suivant les jours, entre 25°C. et 28°C.

» Toutes les vingt-quatre heures, je retirai de la couveuse un échantillon de chaque ponte et je mis ces échantillons à côté des lots témoins.

» Les éclosions commencèrent le 18 juin, et elles durèrent trois ou quatre jours.

» La ponte n° 3 n'a donné aucune éclosion.

» Pour les deux autres pontes, ni les lots témoins, ni les échantillons qui sont restés vingt-quatre heures seulement dans la couveuse n'ont donné d'éclosions.

» Quant aux autres échantillons, en voici les résultats :

| | | Vers nés. | Nombre d'œufs soumis à l'expérience. | |
|---|---|---|---|---|
| Ponte n° 1. | Après 48 heures de compression... | 6 | 58 | Soit 10 pour 100 |
| | » 3 jours » ... | 12 | 33 | » 36 » |
| | » 4 » » ... | 6 | 36 | » 16 » |
| | » 5 » » ... | 27 | 65 | » 41 » |
| Ponte n° 2. | » 48 heures » ... | 22 | 71 | » 30 » |
| | » 3 jours » ... | 23 | 78 | » 29 » |
| | » 4 » » ... | 42 | 89 | » 47 » |
| | » 5 » » ... | 32 | 76 | » 42 » |

» Cette expérience n'a donné de résultats que parce que les graines étaient fraîchement pondues, car la première condition pour réussir est de donner aux graines, pendant tout le temps qu'elles sont comprimées, une température de 15°C. ou 16°C. seulement.

» Avec une pression de $6^{atm}$ ou $8^{atm}$, et un séjour dans la couveuse d'une quinzaine de jours, on peut faire cette expérience à n'importe quel moment de l'année. »

M. **J. Posno** adresse une Note relative aux résultats fournis par un procédé de distillation des ordures ménagères.

La distillation des ordures ménagères, préalablement mélangées de charbon gras, a permis d'obtenir à la fois un engrais et un combustible, en transformant l'ammoniaque obtenue en sulfate, et le résidu fixe en briquettes. L'opération, effectuée dans un petit four à gaz ordinaire, à une seule cornue, a donné une quantité de gaz suffisante pour qu'on pût l'employer comme unique combustible au chauffage du four.

M. **F. Larroque** signale les ravages produits par le microbe du charbon dans les pâturages des hauts plateaux des Pyrénées, et particulièrement sur le versant français.

L'auteur attribue ces ravages, en grande partie, à l'habitude qu'ont conservée les bergers, de laisser sur place les cadavres des animaux morts de maladie, après les avoir simplement dépouillés de leur peau.

A 3 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures.

J. B.

---

## BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 1er octobre 1894.

*Traité élémentaire de Chimie* (notation atomique), par L. Troost, Membre de l'Institut, professeur à la Faculté des Sciences. Paris, G. Masson, 1894; 1 vol. petit in-8°.

*Détermination analytique d'une formule nouvelle de la dispersion de la lumière dans les milieux homogènes isotropes considérée jusqu'ici comme une formule empirique,* par Eug. Ferrou. [Extrait des *Publications de l'Institut grand-ducal de Luxembourg* (Section des Sciences naturelles)]. Luxembourg, L. Bück, 1894; 1 br. in-8°. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

*Annales de Chimie et de Physique,* par MM. Berthelot, Pasteur, Friedel, Mascart. Octobre 1894. Tome III. Paris, G. Masson, 1894; 1 fasc. in-8°.

*Annales agronomiques,* publiées sous les auspices du Ministère de l'Agriculture, par M. P.-P. Dehérain, Membre de l'Institut, professeur au Muséum d'Histoire naturelle, etc. Tome XX. N° 9. Paris, Masson, 1894; 1 fasc. in-8°.

*Journal de Pharmacie et de Chimie,* tome XXX. N° 7. 1er octobre 1894. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

*Annales médico-psychologiques. Journal destiné à recueillir tous les documents relatifs à l'aliénation mentale, aux névroses et à la médecine légale des aliénés.* N° 2. Septembre-octobre 1894. Paris, G. Masson, 1894; 1 vol. in-8°.

*Archives des Sciences physiques et naturelles.* N° 9, 15 septembre 1894. Genève, 1894; 1 fasc. in-8°.

*Congrès internationaux d'Anthropologie et d'Archéologie préhistorique et de Zoologie à Moscou le 10/22-18/30 août. Matériaux réunis par le Comité d'organisation des congrès concernant les expéditions scientifiques, les excursions et les rapports sur les questions touchant les congrès.* Moscou, 1894; 1 vol. gr. in-8°.

*Proceedings of the Royal physical Society.* Session 1893-1894. Edinburgh, M. Farlane et Erskine, 1894; 1 vol. in-8°.

*Organisation de l'étude climatérique spéciale de la Russie et problèmes de la Météorologie agricole,* par A. Klossovsky, professeur à l'Université d'Odessa. Odessa, N. Chryssoghelos, 1894; 1 fasc. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 8 octobre 1894.

*Bulletin astronomique,* publié sous les auspices de l'Observatoire de Paris, par M. F. Tisserand, Membre de l'Institut, avec la collaboration de MM. G. Bigourdan, O. Callandreau et R. Radau. Tome XI. Octobre 1894. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1894; 1 fasc. in-8°.

*Journal de Mathématiques pures et appliquées.* Quatrième série, publiée par Camille Jordan, avec la collaboration de MM. M. Lévy, A. Mannheim, E. Picard, H. Poincaré, H. Resal. Tome X. Année 1894; fasc. n° 3; 1 br. in-4°.

*Bulletin des Sciences mathématiques*, rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. Deuxième série. Tome XVIII. Juin 1894. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1894; 1 fasc. in-8°.

*Bulletin de l'Académie de Médecine.* N° 40, séance du 2 octobre 1894. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

*Étude sur la vie et les travaux du lieutenant-colonel d'artillerie Boileau*, Correspondant de l'Institut, par Aimé Schuster. (Extrait des *Mémoires de l'Académie de Metz.*) Metz, 1894; 1 br. in-8°.

*L'Astronomie.* Revue mensuelle d'Astronomie populaire, de Météorologie, de Physique du globe et de Photographie céleste, publiée par Camille Flammarion. N° 10. Octobre 1894. Paris; 1 fasc. in-8°.

*Organisation de l'étude climatérique spéciale de la Russie et problèmes de la Météorologie agricole*, par A. Klossovsky, professeur à l'Université d'Odessa. Odessa, N. Chryssoghelos, 1894; 1 fasc. in-4°.

*Observations météorologiques suédoises*, publiées par l'Académie royale des Sciences de Suède, exécutées et rédigées sous la direction de l'Institut central de Météorologie. 2e série. Vol. XVIII. 1890; 1 vol. in-4°.

*Publications of the Lick observatory of the University of California.* Volume III. 1894; Sacramento, A.-J. Johnston; 1 vol. in-4°.

*Minutes of proceedings of the Institution of civil engineers;* with other selected and abstracted Papers. Vol. CXVIII. London, James Forrest, 1894; 1 vol. in-8°.

*The gas and petroleum yielding formations of the central valley of California*, by W.-L. Watts, M. E. assistant in the Field. Sacramento, A.-J. Johnston, 1894; 1 vol. in-8°.

*Observatorio meteorologico de Manila. Observaciones verificadas durante el mes de mayo* de 1893. Manila, Ramirez, 1894; 1 fasc. gr. in-4°.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 OCTOBRE 1894,

PRÉSIDENCE DE M. LOEWY.

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. *N. Pringsheim*, Correspondant de la Section de Botanique, décédé à Berlin le 6 octobre 1894.

M. **Bornet** ajoute ce qui suit :

« M. Pringsheim est l'auteur de deux découvertes qui font époque dans l'histoire de la sexualité chez les êtres vivants. Lorsqu'il vit s'opérer sous ses yeux le mélange d'un anthérozoïde et d'un oogone d'*Œdogonium*, il assistait à un spectacle qui n'avait jamais été contemplé et constatait, le premier, le mécanisme de la formation de l'œuf. Les observations confirmatives se sont multipliées, les progrès de la technique microscopique

ont permis de pénétrer plus avant dans les détails de l'union, mais la première observation complète et précise a été faite par un botaniste et sur une Algue; qu'il soit permis à un botaniste algologue de le rappeler.

» Ce sont encore des Algues qui fournirent à M. Pringsheim l'occasion de sa seconde découverte. Il vit, en étudiant certaines Volvocinées, que chez elles l'œuf résulte de l'union de deux zoospores parfaitement semblables, et que, par conséquent, la différenciation extérieure des gamètes, si marquée dans un grand nombre de cas, n'est pas une condition essentielle de la sexualité, comme on était porté à le croire.

» Les Saprolégniées, Champignons confervoïdes qui se rapprochent des Algues par leurs organes reproducteurs, ont de bonne heure attiré l'attention de M. Pringsheim. Dans une série de Mémoires, il a fait connaître les relations curieuses et variées de l'oogone et de l'anthéridie.

» Depuis 1869, date à laquelle furent achevées la plupart de ces études, dont le succès valut à l'auteur le titre de Correspondant, M. Pringsheim a poursuivi d'importantes recherches sur la chlorophylle et la fonction chlorophyllienne. Il en a donné le résumé dans les *Comptes rendus* du 26 janvier 1880.

» Enfin M. Pringsheim a rendu à la Science un autre genre de services en fondant et dirigeant pendant vingt-quatre années la publication d'un Recueil de Mémoires botaniques qui compte parmi les plus estimés. »

HYDRODYNAMIQUE. — *Détermination en partie expérimentale et en partie théorique de la contraction inférieure d'une nappe de déversement déprimée, ou noyée en dessous, ou même adhérente, sur un barrage ayant sa face d'amont verticale;* par M. **J. Boussinesq.**

« I. Il ne reste plus (¹), pour pouvoir évaluer le débit, qu'à connaître la petite contraction $c$ du dessous de la nappe. Or c'est seulement dans le cas d'un barrage rendant cette contraction maximum, c'est-à-dire armé à sa partie supérieure d'une large et mince plaque horizontale, dirigée contre le courant de manière à rejeter vers l'amont le fluide venu d'en bas suivre sa face inférieure, que le principe des quantités de mouvement permet de la déterminer.

(¹) Voir le dernier *Compte rendu*, p. 589.

» Dans ce cas, en effet, isolons (par la pensée) du liquide d'aval, à l'époque $t$, la masse fluide comprise en amont de la section contractée et du plan vertical de hauteur $\varepsilon$ qui la joint inférieurement à l'armature horizontale du barrage; et limitons cette masse, du côté de l'amont, par un autre plan vertical transversal, assez éloigné du déversoir pour que le fluide s'y élève à la hauteur $h$ au-dessus du seuil. Elle n'éprouvera contre le barrage, ainsi que contre ce plan d'amont et contre le fond intermédiaire, que les pressions hydrostatiques dues à cette hauteur $h$; car le fluide s'y trouve en repos partout, sauf toutefois sous la face inférieure de l'armature horizontale, où le demi-carré de la vitesse s'accentue et réduit d'autant la pression, mais sans qu'il en résulte aucune composante de celle-ci suivant le sens horizontal perpendiculaire au barrage. Or il ne provient non plus aucune composante analogue, ni du poids de la masse, ni des pressions exercées par les deux bords ou *joues* qui la limitent latéralement; et, d'ailleurs, les frottements sur toutes ces parois ne deviennent tant soit peu sensibles (sans néanmoins prendre assez d'influence pour nécessiter leur mise en compte dans nos calculs) que là où les vitesses sont elles-mêmes notables, savoir, au voisinage de la partie supérieure du barrage.

» Donc, la masse fluide en question n'éprouve, suivant un axe horizontal perpendiculaire à celui-ci ou ayant le sens général de l'écoulement, aucune action résultante dans sa partie inférieure au seuil, où s'équilibrent des pressions hydrostatiques de sens contraires; et, au-dessus du seuil, il y a seulement, d'une part, la pression, $\frac{1}{2}\rho g h^2$ par unité de largeur, exercée sur le haut de la section amont, d'autre part, la composante, $-\cos\beta\int_0^\eta p\,dz$, de la pression $\int p\,dz$ que supporte la section contractée, où $p$ est donné par la seconde formule (1), plus la pression, changée de signe, exercée sur le fluide supposé *mort* (gaz ou liquide) contigu au plan vertical de hauteur $\varepsilon$ qui prolonge inférieurement la même section jusqu'à l'armature du barrage. Cette dernière pression égale $p_0\varepsilon$ ou $c\mathrm{N}\rho g h^2$, sous une nappe déprimée où le fluide *dit* mort est de l'air, et $p_0\varepsilon+\frac{1}{2}\rho g\varepsilon^2$ ou $c(\mathrm{N}+\frac{1}{2}c)\rho g h^2$, sous une nappe noyée en dessous, où c'est de l'eau tourbillonnante.

» La masse considérée éprouvera donc, en somme, d'amont en aval, une action extérieure exprimée par

$$(10)\qquad \frac{1}{2}\rho g h^2(1-2c\mathrm{N})-\cos\beta\int_0^\eta p\,dz$$

dans le cas de la nappe déprimée, et par

$$(10\ bis)\qquad \tfrac{1}{2}\rho g h^2(1-2cN-c^2)-\cos\beta\int_0^\eta p\,dz,$$

dans celui de la nappe noyée en dessous ou adhérente.

» Ces expressions devraient être un peu accrues s'il fallait tenir compte des frottements extérieurs, exercés en majeure partie par la face inférieure de l'armature horizontale (principale des surfaces limites près desquelles l'écoulement est rapide) et dirigés par suite vers l'aval, en sens contraire des filets fluides qui y glissent. Elles grandiraient surtout, *et alors dans un rapport notable,* si, l'armature étant supprimée, la face amont (verticale ou inclinée) du barrage était parcourue par un fluide ascendant animé d'une grande demi-force vive; ce qui diminuerait d'autant sa pression et, par conséquent, l'action retardatrice du barrage, qui, changée de signe, se trouve implicitement comprise dans les expressions (10) et (10 *bis*). Celles-ci sont donc, en réalité, des limites *inférieures* de l'action totale exercée, suivant le sens général de l'écoulement, sur le fluide en mouvement à l'amont de la section contractée.

» Il faut, d'après le principe des quantités de mouvement, égaler le produit de (10) ou (10 *bis*), par l'instant $dt$, à l'accroissement, durant le même instant, de la quantité de mouvement de la masse suivant le sens horizontal normal au barrage. Or, à raison de la permanence du régime et vu les faibles vitesses du fluide affluant à l'amont, cet accroissement se réduit à la quantité de mouvement possédée, suivant le sens horizontal, par le fluide $\int\rho(V\,dt)\,dz$ qu'a débité durant l'instant $dt$ l'unité de largeur de la section contractée, fluide possédant à travers l'élément $dz$ de la section la vitesse horizontale $V\cos\beta$. L'expression (10) ou (10 *bis*) égale donc $\rho\cos\beta\int_0^\eta V^2\,dz$; et, en divisant par $\frac{1}{2}\rho g h^2$, il vient, après transposition d'un terme,

$$(11)\qquad 2\cos\beta\int_0^\eta\left(\frac{V^2}{g}+\frac{p}{\rho g}\right)\frac{dz}{h^2}=\begin{cases}\text{soit } 1-2cN \text{ (nappe déprimée)},\\ \text{soit } 1-2cN-c^2 \text{ (nappe noyée en dessous)}.\end{cases}$$

» Remplaçons, sous le signe $\int$, $p$ par son expression résultant de la seconde relation (1), et puis V par sa valeur (1), qui rend l'intégration immédiate. Celle-ci effectuée, substituons à N, $\eta$, $R_0'$ leurs valeurs tirées

de (2) ou de (3); et, toutes réductions faites, nous aurons

$$(12)\quad (1-c)^2(1-k^2n^2)[1+kn^2(2+k)] = \begin{cases} 1-2c(1-c)(1-n^2)\ \text{(nappe déprimée)}, \\ (1-c)(1-c+2n^2c)\ \text{(nappe noyée en dessous)}. \end{cases}$$

» II. Cette double équation devant, comme on verra, fournir seulement des limites supérieures des petites contractions $c$ effectives, il sera bon de désigner désormais ses racines, non plus par $c$, mais par C. Alors, dans le cas de la nappe déprimée, elle donnera aisément la relation suivante, du second degré par rapport à l'inverse de $1-C$,

$$(13)\quad \frac{1}{(1-C)^2} + \frac{2(n^2-1)}{1-C} = -1 + 2n^2\left[1+k-k^3n^2\left(1+\frac{k}{2}\right)\right].$$

» On en tirera

$$(13\ bis)\quad \frac{1}{1-C} = 1-n^2+n\sqrt{n^2+2k-k^3n^2(2+k)},$$

avec le signe $+$ devant le radical, pour que, dans la nappe libre (où $n=1$) et dans les nappes *déprimées* ou même *soulevées*, toutes assez peu différentes de la nappe libre, la valeur de $1-C$ soit positive comme elle doit l'être, le relèvement $\varepsilon$ des filets inférieurs n'atteignant jamais la hauteur $h$ d'amont.

» Dans le cas contraire de la nappe noyée en dessous ou adhérente, l'équation (12) se simplifie par la suppression du facteur $1-c$; et l'on trouve simplement

$$(14)\quad \frac{1}{1-C} = 1+k-k^3n^2\left(1+\frac{k}{2}\right).$$

» III. Ces formules (13 *bis*) et (14) deviendraient des inégalités, avec le signe $<$ au lieu du signe $=$, si, remettant $c$ au lieu de C, l'on tenait compte des frottements, mais surtout si l'on voulait traiter le cas d'un barrage dépourvu de l'armature supérieure horizontale dirigée vers l'amont. Alors, en effet, les deuxièmes membres de la double équation (11) ou (12) s'accroîtraient, comme on a vu, d'un terme positif : ce qui, à la condition de laisser subsister dans (13 *bis*) et (14) la forme des premiers membres, conduirait à diminuer les seconds et, par suite, à réduire les valeurs de $c$.

» Par conséquent, la seule chose que nous apprenne l'analyse précédente dans le cas, seul expérimenté par M. Bazin pour les nappes déprimées ou noyées en dessous, d'un barrage ayant sa face d'amont verticale, c'est que la contraction inférieure $c$ y est, *pour chaque système de valeurs de n et*

*de k*, une fraction seulement des valeurs C fournies par (13 *bis*) et (14).

» Mais quelle fraction en sera-t-elle? Pour le conjecturer, observons que la contraction $c$ provient de la convergence des filets fluides à leur approche du déversoir. Or, cette convergence est deux fois plus forte dans le cas du barrage vertical que dans celui du barrage avec armature dirigée vers l'amont; car l'angle, qui la mesure, des filets supérieurs, horizontaux un peu à l'amont du déversoir, avec les filets inférieurs, directement ascendants contre le barrage vertical, mais horizontaux d'aval en amont contre le barrage avec armature, est de 1 droit dans le premier cas et de 2 droits dans le second. On trouverait donc naturel que, pour mêmes valeurs de $n$ et de $k$, $c$ égalât environ $\frac{1}{2}$C sur le barrage vertical; et, si des mesures directes venaient confirmer cette induction dans le seul cas facile à observer, celui de la nappe libre, il y aurait lieu de l'étendre aux autres cas, sauf contrôle ultérieur de l'hypothèse par ses conséquences vérifiables.

Or, l'observation a donné à M. Bazin $c = 0,112$ pour ses nappes libres s'approchant le plus de celles qu'aurait offertes un barrage de hauteur infinie; d'où il suit que $c$ dépasserait à peine 0,112 sur un tel barrage, où la contraction inférieure serait complète.

» D'autre part, la formule (13 *bis*), dans ce cas d'une nappe libre (où $n = 1$), devient

$$(15)\qquad \frac{1}{1-C} = \sqrt{(1-k^2)(1+k)^2};\qquad \text{d'où}\qquad C = 1 - \frac{1}{\sqrt{(1-k)(1+k)^3}}.$$

Cette expression de C, nulle pour $k = 0$ et pour $k = 0,8393$, atteint, pour $k = \frac{1}{2}$ (comme le montre sa dérivée) le maximum $C = 1 - \frac{4}{9}\sqrt{3} = 0,2302$, aux environs duquel elle reste sensiblement invariable. Or c'est justement assez près de $\frac{1}{2}$ que se trouve la valeur effective $k$ à porter dans (15), savoir la valeur (8), peu différente de $k_0 = 0,46854$. Et il est à remarquer qu'elle continuerait à ne pas s'écarter beaucoup de $\frac{1}{2}$, si la relation $c = \frac{1}{2}$C, sur les deux barrages comparés ici, l'un, vertical, l'autre, à contraction maxima, s'observait à égalité de valeurs non de $k$, mais du rapport K des deux hauteurs d'eau $h'$, $h$ : cas où la valeur de $k$ à porter dans (15) dépasserait légèrement la précédente (8).

» On pourra donc, à raison du maximum signalé, remplacer $k$, quel qu'il doive être, par $k_0$. Et, en effet, la substitution, dans (15), de $k_0 = 0,46854$ à $k$, donne $C = 0,2292$, quantité dont la moitié, $c = 0,1146$, se confond bien, pratiquement, avec la moitié, 0,1151, du maximum. On voit d'ailleurs que l'une et l'autre excèdent à peine la valeur expérimentale 0,112, comme il le fallait pour justifier le principe conjecturé.

» Ainsi, l'expérience confirme ce principe dans le cas où elle peut se faire avec précision, et nous admettrons provisoirement que, du moins au moment où le déversoir, cessant d'être noyé en dessus, acquiert son débit maximum, la valeur de $c$ est la moitié de C calculé par les formules (13 *bis*) ou (14).

» IV. A la vérité, toute détermination expérimentale de $c$, même pour la nappe noyée en dessous, n'est pas impossible : car $c$ se déduit des mesurages de la vitesse aux divers points de la masse liquide, en observant que cette vitesse croît de haut en bas tant qu'on est dans la *veine* ou nappe, partie du fluide animée de translation, pour diminuer seulement dès qu'on entre dans l'eau tourbillonnante. Et, en effet, non seulement la théorie montre qu'il doit en être ainsi; mais l'observation prouve le même fait, en constatant que le débit *tout entier* du déversoir est fourni par les filets de vitesse maximum et par ceux qui sont *au-dessus* d'eux. On peut le voir à la page 58 du premier Mémoire cité de M. Bazin et aux pages 75, 76 du second, où l'auteur a effectué la sommation des débits individuels de ces filets respectifs, pour deux nappes adhérentes et pour un assez grand nombre de nappes noyées en dessous.

» La situation du maximum de vitesse indique donc le bas de la nappe et, marquant la limite séparative de celle-ci d'avec l'eau dite *morte*, située au-dessous, permet de connaître le relèvement maximum $\varepsilon = ch$ des filets inférieurs. Mais c'est seulement d'une manière peu précise, comme l'a constaté M. Bazin, et comme il arrive d'ailleurs, en général, pour les *situations* des maxima ou minima physiques. Toutefois, les mesurages approximatifs effectués par M. Bazin nous fourniront un précieux contrôle de notre formule $c = \frac{1}{2}C$.

» V. Mais reconnaissons que le maximum offert par l'expression de C au voisinage de $k_0$, dans le cas de la nappe libre, s'étend aux autres cas : ce qui permettra de remplacer encore $k$ par $k_0$ dans les formules (13 *bis*) et (14), soit que la relation $c = \frac{1}{2}C$ s'applique à égalité des valeurs de $k$, soit qu'elle ait lieu pour des rapports K des hauteurs $h'$ et $h$ égaux, ou dans toute autre hypothèse voisine.

Les deux équations (13) et (14), différentiées sans faire varier $n$, donnent respectivement

$$(16)\quad \begin{cases} \dfrac{1}{n^2(1-C)^2}\left(\dfrac{1}{1-C}+n^2-1\right)\dfrac{dC}{dk} = 1 - n^2k^2(3+2k) & \text{(nappe déprimée)},\\[2ex] \dfrac{1}{(1-C)^2}\,\dfrac{dC}{dk} = 1 - n^2k^2(3+2k) & \text{(nappe noyée en dessous)}, \end{cases}$$

» La dérivée de C en $k$ a le signe des seconds membres $1-n^2k^2(3+2k)$, égaux à 1 pour $k$ nul, puis décroissants jusqu'à $-\infty$, et qui, même, sont déjà devenus négatifs pour $k=1$ tant que $n^2$ excède sa valeur, $\frac{1}{5}$, correspondant à $k_0=1$, ou tant qu'il s'agit de nappes à filets convexes vers le haut aux points où ils traversent la section contractée. La fonction C, nulle pour $k=0$, atteint donc son maximum pour la valeur positive unique, $k_1$, de $k$ annulant l'expression $1-n^2k^2(3+2k)$.

» Or $k_0$ est justement voisin de cette valeur $k_1$, quel que soit $n$ entre les limites à considérer ici. On le sait déjà pour $k_0=0,46854$, où $n^2=1$ et $k_1=\frac{1}{2}$, c'est-à-dire vers le milieu de l'intervalle compris de $k_0=0$ à $k_0=1$; et l'on a d'ailleurs $k_1=k_0$ aux deux limites de cet intervalle, où $k_0^2n^2=\frac{1}{3}$ et $k_0^2n^2=\frac{1}{5}$.

» On peut donc augurer que, dans tout l'intervalle et même un peu au delà, $k_0$ ne s'éloignera guère de $k_1$, ou réduira l'expression $1-k^2n^2(3+2k)$ à d'assez petites fractions de sa valeur 1 initiale (correspondant à $k=0$). Voici, en effet, le Tableau de quelques-unes d'entre elles, formé au moyen de celui qui suit la formule (7) et à partir de la limite $k_0=0,275$, au-dessous de laquelle il n'y a pas lieu pratiquement de descendre :

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $k_0=$ | 0,275 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1 | 1,5 | 2, |
| $1-k_0^2n^2(3+2k_0)=$ | 0,1758 | 0,1714 | 0,1511 | 0,1283 | 0,1040 | 0,0788 | 0,0528 | 0,0256 | 0 | −0,1345 | −0,2686. » |

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Gale* (1894, *b*), *faites au grand équatorial de l'observatoire de Bordeaux par MM.* G. Rayet, L. Picart et F. Courty. Note de M. G. Rayet.

Comète Gale (1894, *b*).

| Dates 1894. | | Étoile. | Temps sidéral de Bordeaux. | Δα comète. | ΔⱣ comète. | Observ. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | h m s | m s | | |
| Mai | 4... | 1 | 11.42.39,14 | −2.56,09 | + 5. 5,55 | L. Picart |
| | 5... | 2 | 11.38.39,57 | −3.33,50 | — 2.57,07 | G. Rayet |
| | 7... | 3 | 11.44.24,83 | −2.12,93 | — 6.58,86 | G. Rayet |
| | 12... | 4 | 12.55.41,02 | −5.15,22 | +13.25,21 | G. Rayet |
| | 13... | 5 | 12.28.52,06 | −5.19,73 | −14.51,93 | G. Rayet |
| | 14... | 6 | 12.21.59,77 | −1.18,48 | — 2.25,08 | F. Courty |
| | 21... | 7 | 12.43.48,47 | +1.41,43 | — 0.45,96 | L. Picart |
| | 29... | 8 | 12.47.28,08 | +3.44,87 | — 6. 8,37 | L. Picart |
| | 31... | 9 | 14.23.39,35 | −2. 3,38 | — 0. 1,67 | G. Rayet |

| Dates 1894. | | Étoile. | Temps sidéral de Bordeaux. | Δα planète. | ΔP planète. | Observ. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | h m s | m s | ′ ″ | |
| Juin | 2... | 10 | 15.16. 9,39 | +4.40,93 | +12.42,59 | G. Rayet |
| | 8... | 11 | 15.18.10,83 | +1.32,25 | −12.52,08 | L. Picart |
| | 12... | 12 | 16.38.35,94 | −1.54,28 | − 2. 0,01 | L. Picart |
| | 13... | 13 | 15.49.21,09 | +1.26,16 | − 1.21,44 | G. Rayet |
| | 19... | 14 | 15.33.53,88 | +1.27,11 | − 7.34,30 | L. Picart |
| | 20... | 15 | 15.38.41,73 | −2.32,58 | −10.18,62 | G. Rayet |
| | 21... | 16 | 16.16.16,02 | −5. 8,90 | − 2.31,27 | G. Rayet |
| | 22... | 17 | 15.32.18,13 | −1.14,58 | + 6.35,76 | L. Picart |
| | 23... | 18 | 17. 7.51,35 | +2.39,26 | + 4.14,77 | F. Courty |
| | 25... | 19 | 17.25.30,45 | −3.25,26 | + 5.32,78 | F. Courty |
| | 26... | 20 | 15.53.46,05 | −1.32,53 | + 2. 6,57 | F. Courty |
| | 28... | 21 | 16. 4.57,86 | +2.16,12 | − 3.37,57 | F. Courty |
| Juillet | 3... | 22 | 16.32.44,69 | +1.12,73 | − 5.44,05 | F. Courty |
| | 4... | 23 | 17.13.29,90 | −2.49,74 | − 0.58,34 | G. Rayet |
| | 5... | 24 | 17. 2.28,10 | −2.13,01 | + 9.16,19 | G. Rayet |
| | 7... | 25 | 18.57.35,10 | −3.15,40 | + 3.25,66 | G. Rayet |
| | 27... | 26 | 18.17.44,63 | +1.25,05 | + 0.52,32 | F. Courty |
| | 31... | 27 | 18.51.26,49 | −2.19,51 | − 3.59,34 | F. Courty |

*Positions moyennes des étoiles de comparaison pour* 1894,0.

| Étoiles. | Catalogue et autorité. | Ascension droite moyenne. | Réduction au jour. | Distance polaire moyenne. | Réduction au jour. |
|---|---|---|---|---|---|
| | | h m s | s | ° ′ ″ | ″ |
| 1.. | ½[Lalande, 16947. — Paris, 10567] | 8.31.13,51 | +0,58 | 93. 8.23,0 | +3,02 |
| 2.. | ½[Weisse$_1$, H. VIII, 1040. — Munich$_2$, 3520] | 8.42. 8,49 | +0,67 | 89.32. 0,2 | +2,22 |
| 3.. | Weisse$_1$, H. VIII, 1472 | 8.59.48,85 | +0,83 | 82.45.15,2 | +0,55 |
| 4.. | Bonn, t. VI + 20°, 2379 | 9.42. 3,08 | +1,17 | 69.27.41,5 | −2,48 |
| 5.. | Weisse$_1$, H. IX, 984-986 | 9.48.31,51 | +1,24 | 68. 2.50,6 | −2,72 |
| 6.. | Bonn, t. VI + 24°, 2154 | 9.50.39,69 | +1,25 | 66. 7.46,3 | −3,35 |
| 7.. | Weisse$_2$, H. X, 417-418 | 10.23.22,68 | +1,50 | 57.27. 7,4 | −5,12 |
| 8.. | Weisse$_2$, H. X, 1007 | 10.52.32,30 | +1,70 | 52.24. 3,7 | −5,73 |
| 9.. | Weisse$_2$, H. X, 1216-1217 | 11. 2.29,80 | +1,75 | 51.26.11,8 | −5,65 |
| 10.. | Weisse$_2$, H. X, 1194 | 11. 1.41,22 | +1,74 | 50.28.31,0 | −6,07 |
| 11.. | Weisse$_2$, H. XI, 336 | 11.20.22,70 | +1,79 | 49.14. 6,8 | −5,82 |
| 12.. | Weisse$_2$, H. XI, 602 | 11.33.19,48 | +1,80 | 48.16. 4,7 | −5,85 |
| 13.. | Weisse$_2$, H. XI, 562 | 11.32. 8,32 | +1,81 | 48. 5.15,5 | −5,81 |
| 14.. | Bonn, t. VI + 42°, 2249 | 11.44.51,46 | +1,80 | 47.26.43,0 | −5,62 |
| 15.. | ½[Weisse$_2$, H. XI, 956. — Paris 14569] | 11.50.54,26 | +1,82 | 47.23.46,0 | −5,42 |
| 16.. | Weisse$_2$, H. XI, 1048 | 11.55.34,42 | +1,83 | 47.10.37,3 | −5,32 |

| Étoiles. | Catalogue et autorité. | Ascension droite moyenne. | Réduction au jour. | Distance polaire moyenne. | Réduction au jour. |
|---|---|---|---|---|---|
| | | h m s | s | ° ′ ″ | ″ |
| 17.. | Bonn, t. VI + 43°, 2172 | 11.53.40,77 | +1,81 | 46.56.35,9 | −5,47 |
| 18.. | Weisse$_2$, H. XI, 970 | 11.51.47,73 | +1,78 | 46.54.11,9 | −5,55 |
| 19.. | Weisse$_2$, H. XI, 1183 | 12. 1.42,63 | +1,81 | 46.44.57,3 | −5,27 |
| 20.. | Weisse$_2$, H. XI, 1183 | 12. 1.42,63 | +1,79 | 46.44.57,3 | −5,27 |
| 21.. | Weisse$_2$, H. XI, 1183 | 12. 1.42,63 | +1,76 | 46.44.57,3 | −5,26 |
| 22.. | Weisse$_2$, H. XII, 198 | 12.12. 4,76 | +1,74 | 46.36.56,2 | −4,95 |
| 23.. | Bonn, t. VI + 43°, 2215 | 12.17.59,65 | +1,75 | 46.30.53,0 | −4,79 |
| 24.. | Weisse$_2$, H. XII, 358 | 12.19.11,34 | +1,75 | 46.19.31,1 | −4,79 |
| 25.. | Weisse$_2$, H. XII, 463 | 12.23.59,09 | +1,73 | 46.23.53,7 | −4,63 |
| 26.. | Bonn, t. VI + 43°, 2285 | 12.54.23,06 | +1,53 | 46.40.49,0 | −3,12 |
| 27.. | Weisse$_2$, H. XIII, 40 | 13. 5. 6,50 | +1,51 | 46.52.36,6 | −2,71 |

*Positions apparentes de la comète Gale* (1894, *b*).

| Dates 1894. | Temps moyen de Bordeaux | Ascension droite apparente. | Log. fact. parallaxe. | Distance polaire apparente. | Log fact. parallaxe. |
|---|---|---|---|---|---|
| | h m s | h m s | | ° ′ ″ | |
| Mai 4..... | 8.51.45,7 | 8.28.18,00 | $+\bar{1},501$ | 93.13.31,6 | −0,814 |
| 5..... | 8.43.50,9 | 8.38.35,62 | $+\bar{1},475$ | 89.29. 5,4 | −0,796 |
| 7..... | 8.41.43,4 | 8.57.36,75 | $+\bar{1},453$ | 82.38.16,9 | −0,748 |
| 12..... | 9.33. 8,3 | 9.36.49,03 | $+\bar{1},535$ | 69.41. 4,2 | −0,647 |
| 13..... | 9. 2.27,9 | 9.43.13,02 | $+\bar{1},488$ | 67.47.55,9 | −0,600 |
| 14..... | 8.51.40,8 | 9.49.22,46 | $+\bar{1},456$ | 66. 5.17,8 | −0,568 |
| 21..... | 8.45.54,6 | 10.25. 5,61 | $+\bar{1},455$ | 57.26.16,4 | −0,424 |
| 29..... | 8.18. 6,3 | 10.54.18,87 | $+\bar{1},402$ | 52.17.49,6 | −1,182 |
| 31..... | 9.46.10,0 | 11. 0.28,17 | $+\bar{1},621$ | 51.26. 4,4 | −0,379 |
| Juin 2..... | 10.30.39,4 | 11. 6.23,89 | $+\bar{1},686$ | 50.41. 7,5 | −0,472 |
| 8..... | 10. 9. 5,2 | 11.21.56,72 | $+\bar{1},680$ | 49. 1. 8,9 | −0,412 |
| 12..... | 11.13.33,5 | 11.31.27,00 | $+\bar{1},745$ | 48.13.58,8 | −0,564 |
| 13..... | 10.20.30,8 | 11.33.36,19 | $+\bar{1},708$ | 48. 3.48,2 | −0,440 |
| 19..... | 9.41.30,6 | 11.46.20,37 | $+\bar{1},683$ | 47.19. 3,1 | −0,351 |
| 20..... | 9.42.21,8 | 11.48.23,50 | $+\bar{1},687$ | 47.13.21,9 | −0,360 |
| 21..... | 10.15.54,0 | 11.50.27,35 | $+\bar{1},724$ | 47. 8. 0,7 | −0,451 |
| 22..... | 9.28. 7,4 | 11.52.28,00 | $+\bar{1},675$ | 47. 3. 6,2 | −0,321 |
| 23..... | 10.59.29,1 | 11.54.28,77 | $+\bar{1},753$ | 46.58.21,7 | −0,569 |
| 25..... | 10. 9.23,3 | 11.58.19,18 | $+\bar{1},726$ | 46.50.24,9 | −0,455 |
| 26..... | 9.33.48,2 | 12. 0.11,89 | $+\bar{1},693$ | 46.46.58,6 | −0,354 |
| 28..... | 9.37. 6,3 | 12. 4. 0,51 | $+\bar{1},702$ | 46.41.15,5 | −0,381 |
| Juillet 3..... | 9.45. 8,8 | 12.13.19,23 | $+\bar{1},723$ | 46.31. 7,2 | −0,431 |
| 4..... | 10.21.51,5 | 12.15.11,66 | $+\bar{1},753$ | 46.29.49,9 | −0,527 |
| 5..... | 10. 6.25,7 | 12.17. 0,08 | $+\bar{1},741$ | 46.28.42,5 | −0,497 |

| Dates 1894. | Temps moyen de Bordeaux. | Ascension droite apparente. | Log fact. parallaxe. | Distance polaire apparente. | Log. fact. parallaxe. |
|---|---|---|---|---|---|
| | h m s | h m s | | ° ′ ″ | |
| Juillet 7 ..... | 11.53.52,1 | 12.20.45,42 | $+\bar{1},759$ | 46.27.14,7 | −0,719 |
| 27 ..... | 9.55.29,9 | 12.55.49,64 | $+1,758$ | 46.41.38,2 | −0,585 |
| 31 ..... | 10.13.22,6 | 13. 2.48,50 | $+\bar{1},960$ | 46.48.34,5 | −0,637 |

PHOTOMÉTRIE. — *Sur le degré d'incandescence des lampes.* Note de M. A. Crova.

« Cette détermination peut être faite rigoureusement au moyen d'un spectrophotomètre; pratiquement, on l'obtient avec une précision suffisante par la méthode que j'ai proposée et qui a été recommandée par le Congrès des Électriciens en 1889 (1).

» On détermine l'intensité lumineuse par rapport à la carcel, en interposant devant l'œil une cuve contenant le mélange de chlorure de nickel et de perchlorure de fer, dans des proportions qui laissent passer une partie des radiations comprises entre les longueurs d'onde 630*d*, 534 avec un maximum bien accusé à 582; une seconde détermination est faite en plaçant devant l'œil un verre rouge qui transmet les radiations comprises entre l'extrémité rouge du spectre et le voisinage de la raie D; la première détermination donne la valeur en carcels de la source étudiée; le rapport de la première à la seconde donne le degré d'incandescence. J'ai montré (2) que, si l'on compare deux lumières de teintes différentes, les intensités totales sont dans le même rapport que les intensités mesurées dans la région du spectre dont la longueur d'onde est 582; aussi est-il très commode et très précis de faire les déterminations photométriques au moyen de la cuve 582; en effet, les deux sources à comparer n'ont pas, en général, les mêmes teintes et, la solution 582 les rendant identiques, la détermination est plus précise; le champ d'un carcel à $1^m$ est trop intense et l'interposition de la cuve l'affaiblit de manière à mettre très nettement en relief les moindres différences des deux plages lumineuses de l'écran photométrique (3).

(1) *Compte rendu des travaux du Congrès international des Électriciens en* 1889, p. 210; on y trouvera la composition de la solution 582.

(2) *Comparaisons photométriques des sources lumineuses de teintes différentes* (*Comptes rendus*, t. XCIII, p. 512).

(3) M. Pellin a construit, sur mes indications, une glissière s'adaptant à tous les photomètres, au moyen de laquelle ces déterminations se font très commodément.

» L'emploi des lampes électriques et des becs intensifs se généralisant de plus en plus, l'application de la méthode que j'ai proposée permet de rechercher facilement les conditions de régime des lampes qui donnent le rendement le plus avantageux.

» Quelques exemples montreront l'utilité de ces déterminations :

» Pour une lampe à arc, le degré d'incandescence a varié de 1,5 à 1,7, le travail électrique absorbé étant respectivement de 1509 à 1660 watts.

» Pour une lampe à incandescence de seize bougies, ce degré a varié de 1,05 à 1,23, selon que la lampe était plus ou moins poussée.

» Pour une lampe Bourbouze à corbeille de platine, le degré d'incandescence, inférieur à l'unité pour de faibles débits, augmente avec la consommation de gaz et d'air comprimé, et atteint, pour un régime suffisant, le degré d'incandescence = 1 qui est celui de la carcel.

» L'étude du bec Auer conduit à des résultats intéressants :

» La puissance photométrique, le degré d'incandescence et la consommation en gaz de l'éclairage du bec Auer que j'ai étudié m'ont conduit aux résultats suivants, pris dans un nombre considérable de déterminations :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Intensités lumineuses ............. | $4^{\text{carcels}},42$ | $5^{\text{carcels}},23$ | $5^{\text{carcels}},35$ |
| Degrés d'incandescence............ | 1,30 | 1,41 | 1,47 |
| Consommation de gaz à l'heure..... | $93^{\text{lit}}$ | $105^{\text{lit}}$ | $102^{\text{lit}}$ |
| Consommation par carcel.......... | $21^{\text{lit}}$ | $20^{\text{lit}}$ | $19^{\text{lit}}$ |

» On voit que la puissance photométrique augmente avec le degré d'incandescence, ce qui est conforme aux principes de l'émission des radiations par les corps incandescents.

» La consommation de gaz par heure augmentant, le degré d'incandescence, faible au début, augmente d'une manière continue, ainsi que la puissance photométrique, jusqu'à une certaine limite au delà de laquelle une partie de plus en plus considérable de gaz brûle inutilement, sans concourir à l'échauffement du tissu de terres réfractaires qui constitue la mèche de ce bec; il est donc avantageux de pousser le bec Auer jusqu'au degré d'incandescence qu'il ne peut plus dépasser quelle que soit la consommation du gaz de l'éclairage.

» Des études analogues peuvent être faites sur les divers systèmes de becs intensifs, et donner des indications précises sur le meilleur régime à leur donner.

» Il en est tout autrement pour le gaz de l'éclairage brûlant dans un bec Bengel ordinaire :

» En effet, dans le bec Auer et les becs similaires, la quantité de ma-

tière réfractaire contenue dans la lampe est constante, et le rendement maximum correspond à la température la plus élevée qu'elle peut atteindre dans un bec Bunsen. Dans le bec Bengel, au contraire, une partie du gaz est brûlée extérieurement et intérieurement à la masse cylindrique de gaz qui s'échappe par la couronne de trous, sans dépôt de carbone, avec production d'une flamme bleuâtre, négligeable au point de vue photométrique; la haute température produite par cette combustion sans lumière utile porte à l'incandescence les molécules de carbone dissociées des carbures d'hydrogène contenues dans la masse de gaz comprise entre les deux surfaces de combustion, et qui sont la véritable source de lumière, comme le montre l'étude photographique que j'ai faite ([1]).

» La quantité de carbone incandescent qui émet la lumière est une fraction du carbone total contenu dans le gaz en combustion, d'autant plus petite que la flamme est plus basse; si celle-ci atteint des dimensions suffisamment faibles, tout le gaz brûle bleu, sans produire de lumière utile.

» Le débit du bec augmentant, la quantité relative de carbone dissocié augmente; le degré d'incandescence diminue légèrement, et le rendement lumineux augmente rapidement jusqu'à un maximum qui correspond au moment où la flamme devient fuligineuse.

» On obtient un résultat analogue avec l'étalon Carcel dont on fait varier le débit en élevant plus ou moins la mèche.

» Avec un bec Bengel dont j'ai fait usage, j'ai obtenu les résultats suivants :

| Intensités lumineuses. | Consommation de gaz à l'heure. | par carcel. |
|---|---|---|
| carcel | lit | lit |
| 0,2 | 56 | 280 |
| 0,4 | 78 | 195 |
| 0,6 | 95 | 158 |
| 0,8 | 108 | 135 |
| 1,0 | 120 | 120 |
| 1,2 | 131 | 109 |

» Au delà de 131 litres à l'heure, la flamme devient fuligineuse.

» Il résulte des considérations précédentes :

» 1° Qu'en faisant croître, dans un même bec à hydrocarbures, la

---

([1]) *Étude photométrique de quelques sources lumineuses* (*Comptes rendus*, t. LXVI, p. 1343).

quantité de combustible brûlé par heure, le rendement lumineux augmente, mais le degré d'incandescence diminue légèrement, jusqu'à un rendement maximum qu'on ne doit pas dépasser;

» 2° Que, pour les lampes dans lesquelles la substance réfractaire portée à l'incandescence a une valeur fixe et indépendante de la consommation du combustible, le maximum de rendement correspond à la quantité minima de combustible que l'on doit brûler pour obtenir le degré d'incandescence maximum. »

## RAPPORTS.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Rapport sur un Mémoire de M.* Stieltjes, *intitulé « Recherches sur les fractions continues ».*

(Commissaires : MM. Hermite, Jordan, Darboux, Picard, Appell; Poincaré, rapporteur.)

« On sait quels services les fractions continues arithmétiques ont rendus dans les recherches sur les nombres, et depuis longtemps il était permis d'espérer que les propriétés des fractions continues algébriques pourraient utilement s'appliquer dans la théorie de la représentation des fonctions.

» Cependant ce champ de recherches est resté jusqu'ici presque inexploré; sans doute si le sujet tentait les géomètres par son importance, il les rebutait par sa difficulté. Nos regrettés confrères, Laguerre et Halphen, n'ont abordé que des cas particuliers et dans cette étude ils ont rencontré des obstacles dont ils n'ont triomphé qu'en faisant appel à toutes les ressources d'une habileté consommée.

» Le Mémoire de M. Stieltjes nous apporte, dans un cas fort étendu, la solution de toutes les questions relatives à la convergence de ces expressions analytiques.

» Les fractions continues considérées par le savant professeur de Toulouse sont telles que les quotients incomplets sont alternativement de la forme

$$a_{2n+1}z \quad \text{et} \quad a_{2n},$$

les $a_i$ étant réels et positifs.

» Le résultat final, si caché qu'il soit, peut s'énoncer de la manière la plus simple.

» Si la série $\Sigma a_n$ converge, la fraction est oscillante; les réduites de rang pair tendent vers une limite déterminée; il en est de même de celles de rang impair, mais ces deux limites ne sont pas les mêmes.

» Les numérateurs et les dénominateurs des réduites de rang pair ou impair ont respectivement pour limites quatre fonctions parfaitement déterminées, holomorphes dans tout le plan, qui sont de genre zéro et dont tous les zéros sont réels et négatifs.

» La limite des réduites de rang pair (de même que celle des réduites de rang impair) est une fonction méromorphe dans tout le plan, décomposable en une série de fractions simples.

» Si, au contraire, la série $\Sigma a_n$ diverge, la fraction continue est convergente et la limite est une fonction $F(x)$ qui présente comme coupure la partie négative de l'axe des quantités réelles et qui est holomorphe dans tout le reste du plan. Cette coupure est, en général, naturelle, mais elle peut être artificielle.

» Cette fonction $F(x)$ peut être représentée par une intégrale définie qui, dans certains cas, se réduit à une série de fractions simples.

» Les fonctions étudiées par M. Stieltjes sont ainsi susceptibles de divers modes de représentation, tant par des fractions continues de différentes formes que par des séries de puissances croissantes ou décroissantes, par des séries de fractions simples, ou par des intégrales définies.

» L'auteur indique le moyen de passer d'un de ces développements à un autre et d'étudier les conditions de leur convergence.

» Cette intégrale définie peut recevoir une interprétation très simple. La partie réelle et la partie imaginaire de $F(x)$ peuvent être regardées comme les composantes de l'attraction dues à des masses positives distribuées d'une certaine façon le long d'une droite. L'attraction est supposée s'exercer en raison inverse de la distance. En général, ces masses forment une ligne attirante continue, mais elles sont isolées dans les cas particuliers où l'intégrale se réduit à une série de fractions simples.

» Le problème qui consiste à trouver la distribution de ces masses quand on connaît le développement de $F(z)$ suivant les puissances décroissantes de $z$ a été longuement traité par M. Stieltjes qui lui a donné le nom de *problème des moments*.

» Il ne comporte qu'une solution si la fraction continue est convergente (pourvu que l'on suppose toutes les masses positives; il n'en serait plus de même si l'on ne les assujettissait pas à cette condition); il en admet une infinité si cette fraction est oscillante.

» Le développement de $F(z)$, suivant les puissances décroissantes de $z$, est souvent divergent ; il n'a plus alors qu'une valeur formelle et ne peut représenter la fonction qu'asymptotiquement. Le premier exemple de ce fait est la célèbre série de Stirling qui donne une expression approchée du produit des $n$ premiers nombres quand $n$ est très grand ; et depuis on s'est retrouvé plusieurs fois en face des mêmes circonstances dans l'étude de la Mécanique céleste, et c'est pour cette raison que les séries qui représentent les coordonnées des astres sont divergentes et peuvent néanmoins être employées par les astronomes.

» Mais les fractions continues correspondantes peuvent être convergentes, et c'est ce que M. Stieltjes montre pour plusieurs exemples, entre autres, pour la série de Stirling et pour une série tout à fait semblable à celles de la Mécanique céleste. C'est là un fait important dont l'Astronomie pourra sans doute profiter.

» Si j'ajoute qu'il y a une remarquable analogie entre ces fonctions et quelques-unes de celles que l'on rencontre en Physique mathématique, on verra que la découverte de M. Stieltjes nous donne l'espoir de conquêtes nouvelles dans le domaine des Mathématiques appliquées.

» L'Analyse pure, en tout cas, en bénéficie largement dès aujourd'hui, non seulement par les conclusions que je viens de résumer, mais par divers théorèmes que l'auteur démontre chemin faisant et qui se rapportent à la théorie générale des fonctions et à celle des ensembles.

» Le travail de M. Stieltjes est donc un des plus remarquables Mémoires d'Analyse qui aient été écrits dans ces dernières années ; il s'ajoute à beaucoup d'autres qui ont placé leur auteur à un rang éminent dans la Science de notre époque. La plus grande clarté et l'élégance de la forme analytique qu'on remarque dans le Mémoire dont nous venons de rendre compte se joignent au talent de l'invention dans toutes les recherches qui ont pour objet d'importantes et difficiles questions, comme la variation de la densité à l'intérieur de la Terre, les séries semi-convergentes, la théorie des polynomes de Legendre, de la fonction $\Gamma$, etc. La Commission a l'honneur de proposer à l'Académie d'accorder à M. Stieltjes le plus haut témoignage de son approbation en ordonnant l'insertion de son Mémoire « Sur » les fractions continues » dans le *Recueil des Savants étrangers*, et elle émet le vœu qu'un prix puisse lui être accordé sur la fondation Lecomte. »

Les conclusions de ce Rapport sont mises aux voix et adoptées.

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Is. Jacq** adresse une Note relative aux collisions en mer.

(Renvoi à la Section de Navigation.)

M. **E. Fournier** adresse une Note relative à la direction des ballons.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

## CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de la Guerre** invite l'Académie à lui désigner deux de ses Membres pour faire partie du Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique pendant l'année scolaire 1894-1895.

M. **A. de Lapparent** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section de Minéralogie, par le décès de M. *Mallard*.

(Renvoi à la Section de Minéralogie.)

ASTRONOMIE. — *Disparition de la tache polaire australe de Mars.* Note de M. **G. Bigourdan**, communiquée par M. Tisserand.

« La tache polaire australe de Mars, facilement visible jusqu'à ces derniers jours, vient de disparaître, car le 13 octobre 1894, par de très belles images, on en soupçonnait à peine les dernières traces, avec l'équatorial de la tour de l'ouest de l'Observatoire de Paris.

» Mesurée le 4 octobre, cette tache avait encore $1'',2$ de diamètre, ce qui, sur la surface de Mars, répondait alors à $300^{km}$, et le 10 octobre il a été possible de mesurer sans peine son angle de position.

» Voici d'ailleurs les valeurs individuelles obtenues pour cet angle de position $p$, mises en parallèle avec la longitude aréographique $\omega$ du centre de la planète au moment de chaque observation, et de l'angle de position P

de l'axe de rotation; ces deux derniers éléments sont tirés des éphémérides de M. Marth.

| | Temps moy. Paris. | $p$. | P. | ω. | Remarques. |
|---|---|---|---|---|---|
| | h m | ° | ° | ° | |
| 1894. Octobre, 9....... | 10.37 | 139,4 | 143,7 | 293,0 | Im. médiocres. |
| » 9....... | 10.38 | 137,7 | 143,7 | 293,3 | Id. |
| » 9....... | 10.45 | 138,9 | 143,7 | 293,4 | Id. |
| » 9....... | 10.47 | 138,2 | 143,7 | 293,4 | Id. |
| » 9....... | 10.49 | 139,6 | 143,7 | 293,4 | Id. |
| » 9....... | 10.56 | 139,2 | 143,7 | 293,5 | Id. |
| » 10....... | 10.10 | 138,4 | 143,7 | 284,2 | Im. médiocres; obs. coupées par les nuages. |
| » 10....... | 10.17 | 137,7 | 143,7 | 284,3 | |

» La position de l'axe de rotation de la planète est assez bien connue pour que l'erreur de P soit très faible; la tache n'était donc pas exactement centrée sur l'axe de rotation de la planète, fait qui a été assez souvent observé. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Premières observations pendulaires dans les Alpes du Dauphiné*. Note de M. **J. Collet**, présentée par M. Tisserand.

« Les travaux du commandant Defforges sur les anomalies que présente la pesanteur à la surface de la Terre ont définitivement établi que, sur les continents, il se manifeste un défaut de gravité, croissant avec l'altitude moyenne et avec la distance à la mer. Dès lors, un grand massif montagneux étant donné, on peut se proposer de rechercher comment le déficit de la pesanteur s'y distribue, quelles relations il présente avec les accidents locaux topographiques ou géologiques, et quel est le périmètre de la région où il se manifeste.

» C'est le problème dont, depuis plusieurs années, je me suis proposé d'aborder la résolution en ce qui concerne les Alpes, ou mieux, l'ensemble des massifs montagneux du sud-est de la France.

» Grâce au concours obligeant que j'ai trouvé auprès de l'administration de la Guerre, un *pendule réversible inversable* (Huetz, n° 3), tous ses accessoires et les appareils de coïncidence ont pu être construits, sous la surveillance immédiate du commandant Defforges qui a créé ces appareils, dans les ateliers mêmes du Service géographique de l'armée. Aussi, à l'aide d'un crédit qui m'a été ouvert au Ministère de l'Instruction pu-

blique, ai-je pu commencer, dès les vacances de 1893, mes expériences que j'ai continuées depuis en y consacrant successivement tous les loisirs dont j'ai pu disposer.

» J'ai scrupuleusement suivi, dans ses moindres détails, la méthode du commandant Defforges ([1]) pour les *déterminations relatives* de la pesanteur, en prenant pour point de départ l'Observatoire de Paris, où l'on a

$$g = 9{,}81000.$$

» Quant au plan de mes recherches, je me suis d'abord proposé d'étudier la pesanteur à travers les Alpes et le Plateau Central, en suivant le parallèle moyen de 45° qui traverse le massif du Pelvoux. Comme premier jalon, le long de ce parallèle, j'ai choisi Bordeaux, Aurillac, Valence, Grenoble, La Bérarde, cette dernière station étant située à $1738^{m}$ d'altitude, au centre même du massif du Pelvoux.

» En 1893, j'ai fait les stations de Valence et de La Bérarde; à Pâques 1894, celle de Grenoble, et, l'an dernier, celles d'Aurillac et de Bordeaux.

» D'autre part, pour relier mes observations à celles du Service géographique, une opération de départ a été faite à l'Observatoire de Paris. Enfin, au mois de janvier dernier, j'ai fait une semblable opération à l'observatoire de Marseille, pour obtenir une vérification de mes mesures. Au même lieu, en effet, une détermination de la gravité avait antérieurement été faite par le commandant Defforges, et la différence des valeurs obtenues a été inférieure à 0,0001. Cette concordance très satisfaisante est une preuve de la sûreté de la méthode.

---

([1]) Cette méthode présente un précieux criterium.

Si l'on appelle T la moyenne des quatre durées d'oscillations, le poids lourd en bas, T′ la moyenne analogue quand le poids lourd est en haut, toutes ces durées étant d'abord réduites au vide, aux amplitudes infiniment petites et à une même température $\theta$, et corrigées encore de l'oscillation du support, le commandant Defforges a démontré que pour un même pendule, en tous lieux, la différence $T - T'$ ne dépend que de la température, et satisfait à l'équation $T - T' = A + B\theta$, A et B étant des constantes à déterminer pour chaque pendule.

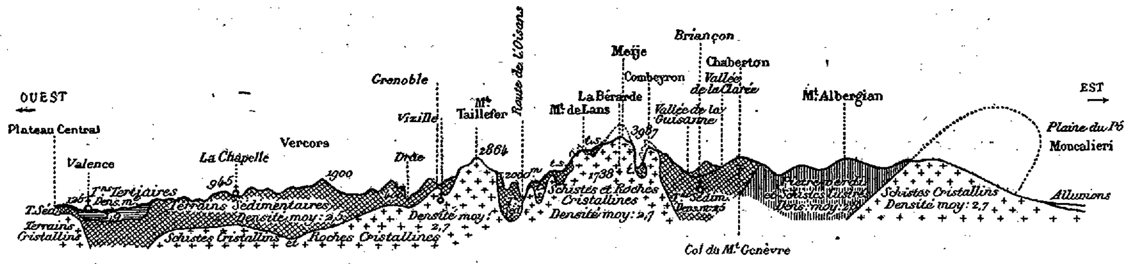
Non seulement cette formule fournit, dans chaque station, un criterium de la bonté des opérations; mais elle peut encore suppléer à une détermination douteuse de T ou de T′.

La durée théorique $\tau$ de l'oscillation infiniment petite, dans le vide, du pendule simple dont la longueur serait la distance de deux couteaux à la température $\theta$ est alors donnée par $\tau = T + \frac{h'}{h - h'}(T - T')$, où $h$ et $h'$ sont les distances des arêtes des couteaux au centre de gravité du pendule.

» Le Tableau suivant donne les résultats de mes opérations dans les cinq stations pour lesquelles les réductions sont actuellement terminées.

| | T. | T — T'. | τ. | θ. | τ à 15°. | g. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Paris........ | 0,7112112 | 1032 | 0,7113647 | 17°,28 | 0,7113499 | 9,81000 |
| Valence..... | 3752 | 1019 | 5267 | 20,59 | 4903 | 9,80613 |
| Grenoble... | 3525 | 1041 | 5073 | 14,64 | 5093 | 9,80561 |
| La Bérarde. | 5064 | 1030 | 6596 | 17,59 | 6428 | 9,80193 |
| Marseille... | 3497 | 1049 | 5057 | 12,62 | 5212 | 9,80527 |

» Pour la réduction au niveau de la mer, j'ai employé les densités moyennes des couches sous-jacentes, telles qu'elles résultent des travaux les plus récents sur la constitution géologique des Alpes.




Coupe théorique des Alpes, suivant le parallèle du Pelvoux, d'après MM. Kilian et Termier.

» Dans le Tableau qui suit, en regard des valeurs obtenues pour la gravité $g_0$ au niveau de la mer, j'ai placé les valeurs théoriques correspondantes $g_1$, calculées à l'aide de la formule

$$g_1 = 9{,}78124(1 + 0{,}005243 \sin^2\varphi).$$

| | Altitude. | Latitude φ. | Densité. | $g_0$. | $g_1$. | $g_0 - g_1$. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Paris......... | 60 | 48°.50' | 2 | 9,81013 | 9,81030 | — 0,00017 |
| Valence...... | 125 | 44.56 | 1,9 | 9,80640 | 9,80682 | — 0,00042 |
| Grenoble..... | 210 | 45.11 | 2,6 | 9,80603 | 9,80705 | — 0,00102 |
| La Bérarde... | 1738 | 44.56 | 2,7 | 9,80530 | 9,80682 | — 0,00152 |
| Marseille..... | 61 | 43.18 | 2,6 | 9,80539 | 9,80536 | + 0,00003 |

» L'examen de ce Tableau montre combien est sensible, le long du parallèle moyen, le déficit de la pesanteur en allant, suivant des altitudes croissantes, de Valence à La Bérarde. A la vérité, dans cette dernière station, il y a lieu de tenir compte de l'attraction topographique qui tend à diminuer la pesanteur apparente. La Bérarde est, en effet, au centre d'un cirque de montagnes d'une masse considérable, s'élevant jusqu'à $4100^m$, et ne s'abaissant nulle part, dans les lignes de crêtes, au-dessous de $3000^m$.

Des calculs très laborieux, qui n'ont pu être conduits à bonne fin que grâce à une connaissance complète de tout le massif, m'ont fourni, pour la correction considérée, le nombre 0,00025, ce qui donne réellement à La Bérarde, pour la pesanteur réduite au niveau de la mer, $g_0 = 9{,}80575$. Le déficit de la pesanteur en ce point est donc réduit à 0,00127, ce qui est encore considérable.

» Tels sont les premiers résultats de mes expériences. Ceux qui se rapportent aux stations de Bordeaux et d'Aurillac pourront être donnés prochainement, et l'ensemble fournira déjà une vue générale assez complète des variations de la pesanteur, le long du parallèle moyen, de l'Océan au centre des Alpes. »

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *Sur les transformations infinitésimales des trajectoires des systèmes*. Note de M. **Paul Painlevé**, présentée par M. Picard.

« Dans une Communication faite en mai 1893 à la Société des Sciences de Leipzig et dans une Note récente (*Comptes rendus*, 17 septembre 1894), M. P. Stœckel a indiqué quelques propositions intéressantes concernant les transformations infinitésimales des mouvements d'un système. Je voudrais rappeler ici les résultats que j'ai publiés antérieurement (*Comptes rendus,* 3 janvier 1893) et qui comprennent ceux de M. Stœckel comme cas très particuliers.

» Soit (A) un système d'équations de Lagrange

$$(\mathrm{A}) \qquad \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial \mathrm{T}}{\partial q_i'}\right) - \frac{\partial \mathrm{T}}{\partial q_i} = \mathrm{Q}_i(q_1, \ldots, q_n) \qquad (i = 1, 2, \ldots, n)$$

où

$$\mathrm{T} = \sum_{i,j} \mathrm{A}_{ij}(q_1, \ldots, q_n) q_i' q_j'.$$

» Comme conséquences de travaux antérieurs sur les systèmes (A) *correspondants,* j'ai indiqué, dans la Note en question, une classification *des transformations* $q_i = \varphi_i(r_1, \ldots, r_n)$ *qui conservent les trajectoires d'un système* (A). J'ai démontré notamment les propositions suivantes :

» *Les seules transformations conformes des trajectoires en elles-mêmes sont celles qui changent* T *en* CT *et* $\mathrm{Q}_i$ *en* $\alpha \mathrm{Q}_i$ (C, $\alpha$ *étant des constantes*), *ou bien* T

en $(\alpha U + \beta)T$ *et* U *en* $\frac{\gamma U + \delta}{\alpha U + \beta}$ (s'il existe une fonction de forces U). *Ces transformations sont aussi les seules qui (la fonction* U *n'étant pas une constante) transforment un faisceau naturel quelconque* [1] $h = h_0$ *de trajectoires en un faisceau naturel* $h = h'_0$.

» Les valeurs $h_0$ et $h'_0$ se correspondent d'ailleurs homographiquement :

$$h_0 = \frac{\delta + \beta h'_0}{\gamma + \alpha h'_0}.$$

» *Pour que chaque faisceau naturel se transforme en lui-même, il faut et il suffit que* U *se conserve dans la transformation et que* T *se change en* CT (C désignant une constante). Cette dernière proposition constitue précisément le théorème de M. Stœckel. J'ajoute que, dans ces conditions, le mouvement n'est pas à proprement conservé sur chaque faisceau naturel; on passe du premier mouvement au mouvement transformé *en changeant t en* $\sqrt{C}\,t$; *pour que le mouvement soit rigoureusement conservé, il faut que la transformation laisse invariants, à la fois,* T *et* U.

» Tous les systèmes (A), qui admettent une transformation infinitésimale *conforme*, peuvent, moyennant un choix convenable des variables $q_i$, être ramenés à une des formes suivantes :

» 1° Si U n'existe pas,

$$T = e^{\lambda q_1} \sum_{i,j} A_{ij}(q_2, \ldots, q_n)\, q'_i q'_j, \qquad Q_i = e^{\mu q_1} P_i(q_2, \ldots, q_n)$$

($\lambda$, $\mu$ étant des constantes);

» 2° Si U existe,

I
$$T = [e^{\mu q_1} - \psi(q_2, \ldots, q_n)]\, e^{\lambda q_1} \sum_{i,j} A_{ij}(q_2, \ldots, q_n)\, q'_i q'_j,$$
$$U = \frac{b e^{\mu q_1} - a\psi(q_2, \ldots, q_n)}{e^{\mu q_1} - \psi(q_2, \ldots, q_n)}.$$

II
$$T = [\mu q_1 + \psi(q_2, \ldots, q_n)]\, e^{\lambda q_1} \sum_{i,j} A_{ij}(q_2, \ldots, q_n)\, q'_i q'_j,$$
$$U = a + \frac{1}{\mu q_1 + \psi(q_2, \ldots, q_n)}.$$

---

(1) J'appelle faisceau *naturel* de trajectoires tout faisceau à $2n - 2$ paramètres qui correspond à une valeur donnée $h = h_0$ de la constante de l'intégrale des forces vives.

III $$T = e^{\lambda q_1} \Sigma A_{ij}(q_2, \ldots, q_n) q'_i q'_j,$$
$$U = a + e^{\mu q_1} \psi(q_2, \ldots, q_n).$$

IV $$T = e^{\lambda q_1} \Sigma A_{ij}(q_2, \ldots, q_n) q'_i q'_j,$$
$$U = \mu q_1 + \psi(q_2, \ldots, q_n).$$

V $$T = e^{\lambda q_1} \Sigma A_{ij}(q_2, \ldots, q_n) q'_i q'_j,$$
$$U = \psi(q_2, \ldots, g_n).$$

» Observons que la transformation de M. Darboux permet de substituer à un quelconque de ces systèmes un des systèmes des *deux* types suivants :

$$T = e^{\lambda q_1} T_1(q_2, \ldots, q_n, q'_1, \ldots, q'_n), \qquad U = e^{\mu q_1} \psi(q_2, \ldots, q_n),$$
ou
$$T = e^{\lambda q_1} T_1(q_2, \ldots q_n, q'_1, \ldots, q'_n), \qquad U = \mu q_1 + \psi(q_2, \ldots, q_n).$$

» Pour que le nouveau mouvement se déduise du premier en multipliant $t$ par une constante, il faut qu'on se trouve ou dans le cas 1°, ou dans les cas III, IV et V de 2°. Pour que le mouvement soit *conservé*, il faut de plus que $\lambda = \mu$ dans le cas 1° et dans le cas III de 2°, ou que $\lambda$ soit nul dans les cas IV et V de 2°.

» Enfin, pour que les faisceaux naturels se conservent dans la transformation, il faut que le type soit le type V de 2° : c'est le type formé par M. Stœckel.

» Les résultats indiqués dans ma Note du 3 janvier 1893 permettent d'ailleurs d'énumérer tous les types de systèmes (A), dont les trajectoires admettent au moins une transformation infinitésimale. La véritable difficulté consiste à distinguer parmi ces systèmes ceux qui admettent *d'autres* transformations infinitésimales, autrement dit *à former tous les groupes de transformations des trajectoires et les systèmes* (A) *qui s'y rattachent*. On trouvera cette discussion entièrement effectuée pour le cas de deux paramètres et faite partiellement pour le cas de trois paramètres dans un Mémoire qui paraîtra prochainement. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la réduction de la structure d'un groupe à sa forme canonique.* Note de M. **E. Cartan**, présentée par M. Picard.

« Lorsqu'on a à intégrer un système d'équations linéaires aux dérivées partielles du premier ordre qui admet un certain ensemble de transforma-

tions dépendant de paramètres arbitraires, ou, pour traiter un problème plus précis auquel la méthode d'intégration de M. Lie ramène toujours le précédent, lorsqu'on a à intégrer une équation linéaire aux dérivées partielles du premier ordre à $n+1$ variables $x, x_1, x_2, \ldots, x_n$, admettant un groupe fini et continu G, simplement transitif, en $x_1, x_2, \ldots, x_n$, dont on connaît les équations finies, on réduit le problème, en suivant la méthode de M. Lie, à l'établissement d'un certain nombre d'équations auxiliaires *irréductibles*, à groupes *simples* et qui rentrent toutes dans un certain nombre de types connus. Ce dernier fait, qu'on sait d'avance sur quels types d'équations auxiliaires on tombera, est dû à ce qu'on connaît toutes les structures des groupes simples et, correspondant à chacune de ces structures, un groupe effectif échangeant entre elles le moindre nombre possible de variables (¹).

» Mais, pour arriver à l'établissement de ces équations auxiliaires, il faut, abstraction faite de quelques opérations dont la nature n'est pas susceptible d'être précisée, résoudre les problèmes suivants :

» 1° *Décomposer un groupe donné G en une série normale de sous-groupes*

$$G, G_1, G_2, \ldots, G_p,$$

*chacun des groupes de cette série étant un sous-groupe invariant de celui qui le précède immédiatement, et le dernier $G_p$ se réduisant à la transformation identique ;*

» 2° *Étant donné un groupe simple, réduire la structure de ce groupe à sa forme canonique.*

» Si le groupe G est un groupe engendré par des transformations infinitésimales connues et qu'on connaisse les *constantes de structure* de ce groupe, le premier problème trouve sa solution dans les recherches que j'ai exposées dernièrement dans ma Thèse sur la structure des groupes (²).

» J'ai déjà montré, dans cette Thèse, comment on peut se débarrasser immédiatement du plus grand sous-groupe invariant intégrable et être ramené au cas d'un groupe *semi-simple*, c'est-à-dire formé de sous-groupes invariants simples. Je me suis aperçu depuis que, dans ce dernier cas, on peut toujours, par des opérations *rationnelles*, reconnaître combien il y a

(¹) Les résultats de mes recherches sur ce sujet n'ont pas encore été publiés.

(²) *Sur la structure des groupes de transformations finis et continus.* Paris, Nony; 1894.

de ces sous-groupes invariants simples et à quels types ils appartiennent. On peut, de plus, les séparer les uns des autres par des opérations purement *rationnelles;* toutefois, si plusieurs de ces sous-groupes simples, $n$ par exemple, appartiennent au même type, leur séparation exige la résolution d'une équation algébrique de degré $n$ dont les coefficients sont des fonctions entières à coefficients entiers des constantes de structure; on ne sait, d'ailleurs, rien de plus *a priori* sur cette équation.

» Quant au second problème, il se ramène également à la résolution d'une équation algébrique dont les coefficients sont des fonctions entières à coefficients entiers des constantes de structure; mais on connaît le *groupe* de cette équation. Voici, pour chaque groupe simple, à quels résultats je suis arrivé.

» Pour les groupes simples de rang $l$ du type A), c'est-à-dire isomorphes au groupe projectif général de l'espace à $l$ dimensions, on a une équation de degré $l(l+1)$ qui se ramène à une équation, d'ailleurs quelconque, de degré $l+1$, et à l'extraction d'une racine carrée.

» Pour les groupes simples de rang $l$ et de l'un des types B), C) ou D), c'est-à-dire isomorphes aux groupes projectifs d'une surface du second degré dans l'espace à $2l$ et $2l-1$ dimensions, ou au groupe projectif d'un complexe linéaire dans l'espace à $2l-1$ dimensions, on a une équation de degré $2l^2$ dans les deux premiers cas, $2l(l-1)$ dans le troisième, qui se ramène à une équation de degré $l$ et à $l$ extractions de racines carrées ([1]).

» Pour le groupe simple spécial d'ordre 14 et de rang 2, on a une équation de degré 12 qui se ramène à une équation du troisième degré et à trois extractions de racines carrées.

» Pour le groupe simple spécial d'ordre 52 et de rang 4, on a une équation de degré 48 qui se ramène à une équation du troisième degré, une équation du quatrième degré et trois extractions de racines carrées.

» Pour le groupe simple spécial d'ordre 78 et de rang 6, on a une équation de degré 72 qui se ramène à l'extraction d'une racine carrée et à une équation du 27$^e$ degré admettant un groupe de substitutions d'ordre 51840; ce groupe admet un seul groupe invariant d'ordre moitié moindre, et qui est *simple*.

» Pour le groupe simple spécial d'ordre 133 et de rang 7, on a une équation de degré 126 qui se ramène à une équation du 56$^e$ degré dont le

([1]) Toutefois, dans le cas d'un groupe simple du type B) et de rang 4, il faut encore résoudre une équation du troisième degré.

groupe de substitutions est d'ordre 2903040; ce groupe admet un seul sous-groupe invariant d'ordre moitié moindre et qui est *simple*.

» Enfin, pour le groupe simple spécial d'ordre 248 et de rang 8, on a une équation de degré 240 dont le groupe de substitutions est d'ordre 696729600; ce groupe admet encore un seul sous-groupe invariant d'ordre moitié moindre et qui est *simple*.

» Ces trois derniers groupes *simples* de substitutions n'ont pas encore, que je sache, été signalés; leur étude, surtout celle du premier, mériterait peut-être d'être entreprise. »

PHYSIQUE. — *Recherches expérimentales sur la congélation de l'acide sulfurique à différents degrés de concentration*. Note de M. **Raoul Pictet**.

« Pour vérifier la loi générale que j'ai énoncée à la suite d'hypothèses sur la nature des phénomènes chimiques, loi d'après laquelle toutes les réactions chimiques doivent s'éteindre à basse température, j'ai été amené à rechercher la composition des acides énergiques conservant l'*état liquide* à de très basses températures. J'ai d'abord étudié l'acide sulfurique.

» La courbe ci-contre représente l'ensemble des résultats, qui me paraissent des plus dignes d'intérêt. Disons d'abord quelques mots des méthodes expérimentales employées.

» J'ai fait quatre séries d'observations indépendantes les unes des autres, et cela après avoir préalablement constaté les sauts remarquables que faisait la courbe fournie par quelques constatations préliminaires.

» *Première série*. — Nous prenons de l'acide sulfurique chimiquement pur et monohydraté $SO^4H^2$. Nous le congelons. Lorsque la moitié du liquide est solidifiée, nous décantons par le moyen du vide et d'appareils de verre très propres et secs, et nous titrons successivement la teneur en eau des cristaux dégelés et de la partie restée liquide.

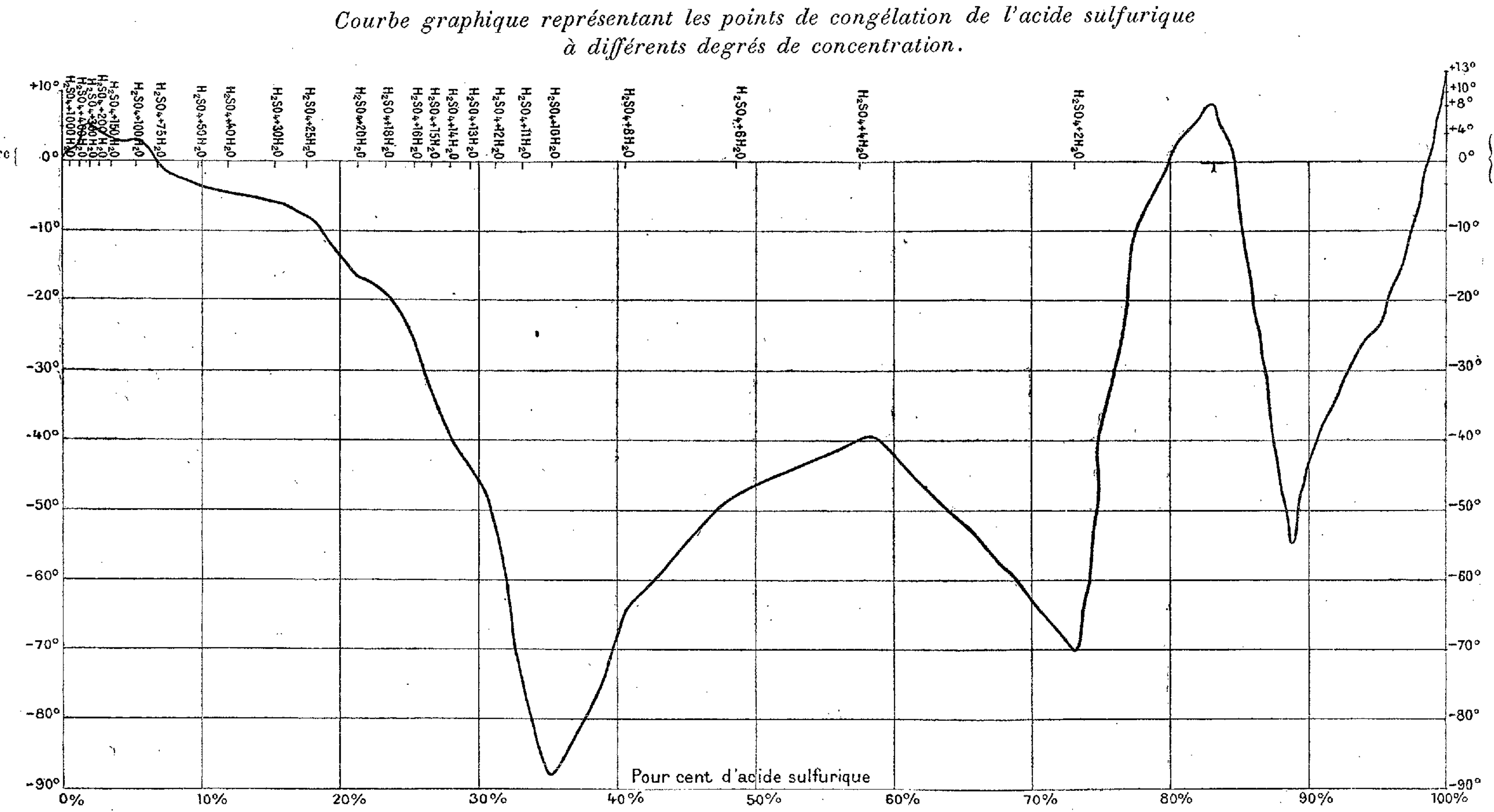
» Nous prenons ensuite une seconde quantité d'acide sulfurique monohydraté, nous y ajoutons 1 molécule d'eau $H^2O$ et nous répétons l'opération comme précédemment.

» Nous refaisons l'expérience en conservant la même disposition, jusqu'à ce que nous ayons ajouté 75 molécules d'eau; à partir de ce nombre, nous ajoutons chaque fois une plus grande somme d'eau, jusqu'à l'eau pure.

» Nous opérons sur $1^{\text{lit}},5$ environ chaque fois.

» Nous prenons de l'acide sulfurique neuf chaque fois, pour éviter les erreurs dues au transvasage, à l'humidité de l'air, etc., qui pourraient altérer la proportion initiale.

*Courbe graphique représentant les points de congélation de l'acide sulfurique à différents degrés de concentration.*




*N. B.* — Les abscisses représentent, sur la ligne 0°, les différents hydrates d'acide sulfurique indiqués par un trait sous la formule correspondante, et les *pour cent* d'acide sulfurique en poids sur la ligne inférieure —90°.

Les ordonnées sont les températures centigrades des points de congélation.

» *Deuxième série.* — Nous opérons exactement comme précédemment; seulement nous commençons par l'eau pure et nous y introduisons 1, puis 2, puis *n* molécules de $SO^4H^2$ successivement; cette courbe est la vérification de la première.

» *Troisième série.* — Nous prenons de l'acide sulfurique pur $SO^4H^2$ et nous faisons cent mélanges successifs, allant de 1 jusqu'à 100 centièmes d'eau en poids.

» *Quatrième série.* — Cette quatrième série est identique à la troisième, avec cette différence que nous débutons par l'eau pure.

» Ces quatre séries sont reproduites sur une même courbe; nous avons pu croire d'abord à de grandes erreurs d'expérimentation, *trouvant souvent jusqu'à* 8° et 10° *d'écarts pour des titrages d'acide sulfurique identiques*.

» Les anomalies apparentes dans la cristallisation du chloroforme et l'étude plus approfondie des lois de cristallisation ([1]) à basses températures nous ont appris qu'il faut opérer la congélation *d'une façon lente* et en maintenant l'enceinte froide à la température la plus élevée, compatible avec la congélation des liqueurs traitées. Une fois cette méthode suivie, et les expériences organisées d'après ce principe, toutes les anomalies ont disparu et les quatre séries ont parfaitement concordé entre elles.

» *Discussion de la courbe.* — Comme on le voit sur la figure, la courbe des températures de cristallisation des mélanges *coupe cinq fois* la ligne du zéro.

» Nous avons fait, dans le *voisinage des sommets* de la courbe, de très nombreuses expériences, en serrant de très près le titrage des mélanges.

» Nous avons ainsi trouvé une *vérification chimique* de cette courbe. Toutes les fois que nous analysions la partie congelée, en la comparant à la partie liquide, nous trouvions que le liquide contenait plus d'acide sulfurique, lorsque le titrage du mélange tombait sur les portions descendantes de la courbe; sur les parties montantes de la courbe, c'est l'inverse, le cristal est plus riche en acide que le liquide. Aux sommets, nous avons toujours trouvé l'égalité, que les sommets soient au-dessous ou au-dessus de zéro.

» La brusquerie avec laquelle la courbe monte et descend à certaines places nous a conduit à rechercher s'il existe une relation entre les formules chimiques et ces maxima; nous n'avons rien trouvé. Ainsi, par exemple, l'acide à 88,88 pour 100, ayant une densité de 1,813, se congèle à — 55°; l'acide à 84,48, ayant 2 molécules d'eau et une densité de 1,777 cristallise à + 3°,5; ajoutons encore un peu d'eau, la densité devient 1,771 et le point de congélation s'élève à + 5°. Le minimum trouvé pour

---

([1]) Voir les *Comptes rendus* des séances du 30 mai 1892 et du 1er octobre 1894.

la cristallisation de l'acide sulfurique — 88° correspond bien cependant à un hydrate défini $SO^4H^2 + 10H^2O$.

» Comme complément à la courbe, nous donnons ci-dessous un Tableau numérique, contenant la *désignation des hydrates*, le *pour cent* d'acide sulfurique, la *densité* du liquide et la *température de congélation* [1].

| Formule. | Pour 100 $SO^4H^2$. | Densité. | Point de congélation. | |
|---|---|---|---|---|
| $SO^4H^2$ pur .. | 100 | 1,842 | +10,5 | Entre deux, une chute de température à —55° pour l'acide à 88,88 pour 100. |
| $SO^4H^2 + H^2O$.. | 84,48 | 1,777 | + 3,5 | |
| $SO^4H^2 + 2H^2O$.. | 73,08 | 1,650 | —70 | |
| $SO^4H^2 + 4H^2O$.. | 57,65 | 1,476 | —40 | |
| $SO^4H^2 + 6H^2O$.. | 47,57 | 1,376 | —50 | |
| $SO^4H^2 + 8H^2O$.. | 40,50 | 1,311 | —65 | Cette partie de la courbe a été étudiée de dixième en dixième de molécule d'eau. |
| $SO^4H^2 + 10H^2O$.. | 35,25 | 1,268 | —88 | |
| $SO^4H^2 + 11H^2O$.. | 33,11 | 1,249 | —75 | |
| $SO^4H^2 + 12H^2O$.. | 31,21 | 1,233 | —55 | |
| $SO^4H^2 + 13H^2O$.. | 29,52 | 1,219 | —45 | |
| $SO^4H^2 + 14H^2O$.. | 28,00 | 1,207 | —40 | |
| $SO^4H^2 + 15H^2O$.. | 26,63 | 1,196 | —34 | |
| $SO^4H^2 + 16H^2O$.. | 25,39 | 1,187 | —26,5 | |
| $SO^4H^2 + 18H^2O$.. | 23,22 | 1,170 | —19 | |
| $SO^4H^2 + 20H^2O$.. | 21,40 | 1,157 | —17 | |
| $SO^4H^2 + 25H^2O$.. | 17,88 | 1,129 | — 8,5 | |
| $SO^4H^2 + 50H^2O$.. | 9,82 | 1,067 | — 3,5 | |
| $SO^4H^2 + 75H^2O$.. | 6,77 | 1,045 | 0,00 | |
| $SO^4H^2 + 100H^2O$.. | 5,16 | 1,032 | + 2,5 | |
| $SO^4H^2 + 300H^2O$.. | 1,78 | 1,007 | + 4,5 | |
| $SO^4H^2 + 1000H^2O$.. | 0,54 | 1,001 | + 0,5 | |

CHIMIE ORGANIQUE. — *Application de la loi de Trouton aux alcools saturés de la série grasse.* Note de M. **W. Louguinine.**

« Il était intéressant de vérifier si la loi empirique donnée par Trouton (*Phil. Mag.*, 1884) est applicable aux alcools dont, dans ma Note précédente, j'ai donné les chaleurs latentes de vaporisation. D'après Trouton, le produit des poids moléculaires des substances, par leur chaleur latente

---

(1) Ce travail a duré plus de cinq mois; il a été fait, pour la plus grande partie, par mon assistant M. le Dr Thilo, et a coûté plus de 8500fr de dépenses directes, tant en acide sulfurique qu'en charbon et en main-d'œuvre.

de vaporisation, divisé par leur température d'ébullition, prise à partir du zéro absolu, devait avoir une valeur constante, $\frac{Mr}{T+t} = \text{const.}$ J'ai établi, pour les substances dont j'avais déterminé les chaleurs latentes de vaporisation, la Table suivante :

| | M. | $t$. | $r$. | $\frac{Mr}{T+t}$. |
|---|---|---|---|---|
| 1. $C^2H^6O$ | 46 | 78°,3 | 201,42 | 26,37 |
| 2. $CH^3-CH^2-CH^2-OH$ | 60 | 96,96 | 164,07 | 26,61 |
| 3. $(CH^3)^2-CH-OH$ | 60 | 82,19 | 159,72 | 26,98 |
| 4. $CH^2-CH^2CH^3$ / $CH^2-OH$ | 74 | 116,48 | 138,18 | 26,25 |
| 5. $(C^3H^7)-CH^2OH$ | 74 | 107,67 | 136,16 | 26,47 |
| 6. Alc. amyl. de fermentation | 88 | 130,06 | 118,15 | 25,79 |
| 7. $(CH^3)^2$ / $C^2H^5$ -COH | 88 | 102,08 | 110,37 | 25,90 |

» Les températures d'ébullition données dans cette Table, pour les alcools étudiés, sont un peu inférieures à celles qui sont généralement indiquées, ce qui doit provenir de ce qu'elles ont été déterminées à des pressions barométriques assez basses, vers $750^{mm}$ pour quelques-uns. Comme on le voit, pour les alcools sur lesquels j'ai opéré, la constante est à peu près égale à 26,34 (moyenne des nombres obtenus). Trouton a trouvé, pour deux des alcools étudiés par moi, des nombres fort voisins de ceux qui sont indiqués dans la Table précédente (26,30 pour l'alcool éthylique et 26,20 pour l'alcool amylique).

» Les expériences que j'ai faites confirment, par conséquent, la loi empirique de Trouton. Il est remarquable que, pour l'eau, cette loi donne un nombre très voisin de celui qui a été obtenu pour les alcools gras saturés (25,86). D'un autre côté, les expériences faites par Robert Schiff, sur de nombreux éthers des divers acides gras, donnent pour $\frac{M_r}{T+t}$ une valeur très différente, voisine de 21. Pour les hydrocarbures de la série aromatique, dont ce savant a également déterminé les chaleurs latentes de vaporisation, $\frac{Mr}{T+t}$ correspond à un nombre qui est à peu près le même pour toute la série et est un peu inférieur à celui qui a été donné pour les éthers (à peu près 20). MM. Berthelot et Ogier ont trouvé pour la chaleur latente de vaporisation de l'acide formique [*Ann. de Ch. et de Phys.*, 5e série, t. XXIII] le nombre 103,7 et M. Ogier pour celle de l'acide acétique 84,9 (*Ann. de Ch. et de Phys.*, 5e série, t. XXX, p. 406). En introduisant ces nombres dans la formule de Trouton, on trouve que la constante

pour l'acide formique est égale à 12,82, et pour l'acide acétique à 13,03.

» Mais ces nombres se rapportent à la formation d'une vapeur qui se trouve en majeure partie à l'état de gaz bicondensés, tels que $(C^2H^4O^2)^2$. En y ajoutant les nombres trouvés par ces auteurs pour la transformation de l'acide acétique en gaz normal, soit $+80,2$, on aurait pour l'acide acétique 25,9, c'est-à-dire la même valeur que pour l'alcool, et l'acide formique doit subir une correction analogue.

» La conclusion que je crois pouvoir tirer de ces données serait que la valeur de $\frac{Mr}{T+t}$ varie d'un groupe de substances organiques à un autre, tout en restant à peu près constante pour les membres d'une même série. Si de nouvelles expériences confirmaient cette opinion, la loi empirique de Trouton acquerrait une grande importance d'application; il suffirait, pour connaître les chaleurs latentes de vaporisation de toutes les substances composant un groupe organique, de déterminer par l'expérience la chaleur latente de vaporisation d'un seul membre de ce groupe, d'en déduire la valeur de la constante, fournie par l'expression $\frac{Mr}{T+t}$, valeur qui serait la même pour tout le groupe.

» Nous aurions ainsi un moyen simple et commode de connaître les chaleurs latentes de vaporisation des nombreuses substances organiques dont les chaleurs de combustion ont été déterminées, le but du travail actuellement entrepris par moi étant de pouvoir les ramener à un même état physique qui les rende comparables entre elles.

» Je compte continuer ce travail et déterminer la valeur de la constante $\frac{Mr}{T+t}$ pour divers groupes de la Chimie organique, en commençant par les acétones. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du chlorure de soufre sur les dérivés cupriques de l'acétylacétone et de la benzoylacétone.* Note de M. **Victor Vaillant**, présentée par M. Troost ([1]).

« On sait que Buchka ([2]) a obtenu l'éther thioacétylacétique

$$\begin{matrix} CH^3.CO.CH.CO^2C^2H^5 \\ >S \\ CH^3.CO\ CH.CO^2.C^2H^5 \end{matrix}$$

([1]) Travail fait au laboratoire de Chimie de la Sorbonne.

([2]) *D. ch. G.*, t. XVIII, p. 2090.

en faisant agir le protochlorure de soufre $S^2Cl^2$ sur l'éther sodacéto-acétique $CH^3.CO.CHNa.CO^2C^2H^5$. Schönbrodt ([1]) l'a également préparé par le dérivé cuprique. J'ai essayé d'obtenir les composés correspondants relatifs à l'acétylacétone et à la benzoylacétone.

» Je suis parti de l'acétylacétonate de cuivre, qu'il est facile d'obtenir très pur par la méthode de Claisen ([2]).

» On dissout ce composé dans le chloroforme jusqu'à saturation et l'on fait tomber goutte à goutte du protochlorure de soufre également dissous dans le chloroforme jusqu'à ce que la teinte primitive bleu saphir de la solution ait complètement disparu. Il se fait un précipité abondant de chlorure cuivreux avec dépôt de soufre.

» La solution filtrée est jaune clair; elle contient un corps qu'on sépare par évaporation du dissolvant, et qui, purifié par cristallisations successives, se présente en très beaux cristaux. Le rendement peut s'élever jusqu'à 55 pour 100.

» Les eaux-mères contiennent une huile d'un rouge brun, à odeur très piquante, rappelant celle de l'acétylacétone chlorée.

» Le dérivé cristallisé a donné à l'analyse :

| | |
|---|---|
| Poids de la matière | gr 1,070 |
| Poids du sulfate de baryte | 1,901 |

d'où

$$S = 24,40 \text{ pour } 100.$$

» Le dosage du carbone et de l'oxygène a fourni :

| | |
|---|---|
| Poids de la matière | gr 0,300 |
| Poids de l'eau | 0,141 |
| Poids de l'acide carbonique | 0,5015 |

d'où

$$H = 5,22 \text{ pour } 100,$$
$$C = 45,59 \text{ pour } 100.$$

» On a donc pour la composition centésimale du corps :

| | Trouvé. | Calculé pour $C^{10}H^{14}S^2O^4$. |
|---|---|---|
| C | 45,59 | 45,77 |
| H | 5,22 | 5,34 |
| S | 24,40 | 24,42 |
| O | 24,79 | 24,42 |

» Ces nombres correspondent à la formule $C^{10}H^{14}S^2O^4$.

» On voit donc que la réaction n'est point parallèle à celle du chlorure

([1]) *Ann. Chim. Pharm.*, t. CCLIII, p. 197.
([2]) *Bull. Soc. chim.*, t. I, p. 496.

de soufre sur l'éther acétylacétique; l'atome de cuivre de la molécule est ici remplacé par 2 atomes de soufre.

» L'existence de ce composé avait été déjà signalée par MM. Ch. et A. Combes ([1]), qui l'ont obtenu par l'action directe du chlorure de soufre sur l'acétylacétone.

» Ce corps cristallise, dans le système orthorhombique, en beaux cristaux de couleur ambrée, très biréfringents et présentant généralement les faces $g_1$, $h_1$, $m$, $e^{\frac{g}{x}}$. Il est complètement insoluble dans l'eau à froid; l'eau bouillante en dissout des traces. Il est peu soluble dans l'alcool, mais il se dissout bien dans l'éther, la benzine et surtout dans le chloroforme. Sa température de fusion, déterminée après cristallisation, soit dans le chloroforme, soit dans la benzine, est de 90°-91°. Le corps reste facilement en surfusion. Chauffé fortement à l'air libre, il se décompose sans entrer en ébullition.

» L'acide azotique fumant l'attaque avec une grande énergie, la réaction est presque explosive. Le permanganate de potasse, agissant sur le composé en solution dans l'éther de pétrole donne un dérivé cristallisé que je n'ai pu obtenir encore en quantité suffisante pour l'analyser.

» *Dérivés métalliques.* — En dissolvant le composé précédent dans un grand excès d'éther absolu, on observe d'abord un assez vif dégagement d'hydrogène, et il se forme peu à peu un corps insoluble dans l'éther qui se présente sous l'aspect d'une poudre amorphe.

» Ce dérivé sodé a donné, à l'analyse :

| | |
|---|---|
| Poids de la substance | $0^{gr},412$ |
| Poids du sulfate de sodium | $0^{gr},186$ |

d'où

$$Na = 14,67 \text{ pour } 100.$$

» Le nombre théorique, calculé d'après la formule $C^{10}H^{12}Na^2S^2O^4$, est 15,03 pour 100.

» Ce corps est très soluble dans l'eau, mais il se décompose facilement à la température de l'ébullition. Il cristallise, quoique avec peine, en petits groupements mamelonnés. Chauffé à l'air libre, il se décompose en donnant des produits d'une odeur infecte.

» On peut obtenir le dérivé cuprique en traitant le dérivé sodé par une solution saturée d'acétate de cuivre, mais on le prépare plus facilement en agitant ce dernier sel avec une solution éthérée du dérivé sulfuré. Il se produit ainsi sous l'aspect d'une

([1]) *Bulletin de la Société de Chimie, Procès-verbaux des séances*, t. VII, p. 760.

poudre amorphe d'un beau vert soluble dans le chloroforme et cristallisable, quoique difficilement, en petits octaèdres d'un vert sombre.

» Ce dérivé cuprique semble renfermer un nombre variable de molécules d'eau de cristallisation, car la coloration varie notablement quand la température s'élève. Une analyse faite après dessiccation à 60° a conduit à la formule $C^{10}H^{12}CuS^2O^4 + 4H^2O$. Ce corps se décompose comme le dérivé sodé à une température voisine de 100°, en donnant des produits sur lesquels je me propose de revenir.

» Le dérivé sulfuré, en solution alcoolique ou éthérée, donne avec le perchlorure de fer une coloration rouge sang, très intense.

» On voit donc qu'un certain nombre de propriétés caractéristiques signalées par M. A. Combes pour l'acétylacétone sont conservées dans la dithioacétylacétone.

» En faisant agir comme précédemment le chlorure de soufre $S^2Cl^2$ sur le dérivé cuprique de la benzoylacétone, on obtient de même la dithiobenzylacétone mélangée d'une huile brun acajou très visqueuse et dont la séparation est difficile. Ce corps cristallise également dans le système orthorhombique et les cristaux présentent les mêmes facettes que ceux de la dithioacétylacétone. On obtient aussi un dérivé cuprique et une coloration rouge avec le perchlorure de fer.

» Je me propose de continuer l'étude de ces composés sulfurés et de leurs dérivés. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur les dosages de glucose par liqueurs cupro-alcalines*. Note de M. **Fernand Gaud**.

« Lorsque, dans une solution bouillante d'oxyde de cuivre alcalin, on verse une solution de glucose, la réduction n'est pas immédiate. Nous avons établi, dans une précédente Note, qu'une partie du glucose est détruite, dans sa molécule, par l'alcali en excès, et transformée en acides lactique, oxyphénique, oxalique, et éthers lactiques isomères de l'acide hydrocaféique. Ce travail secondaire soustrait ainsi une fraction du poids du glucose employé à l'action oxydante de l'oxyde et, par suite, modifie la valeur de la réduction opérée, jusqu'à occasionner une erreur très sensible. Heureusement celle-ci est, sinon constante, du moins régulièrement variable avec la concentration des solutions glucosiques. La régularité de cette action secondaire fournit plusieurs moyens d'assurer aux dosages une exactitude suffisante dans la pratique.

» 1° On peut d'abord, et c'est là la marche uniquement suivie, opérer

avec des liqueurs sucrées d'une dilution telle (0,5 à 1 pour 100) que l'erreur soit minimum, et dans des conditions de temps, température et volumes aussi identiques que possible, à la fois pour l'établissement du titre de la liqueur cuprique et pour les dosages effectués avec elle. De cette manière, on conserve dans chaque cas à l'erreur une valeur constante et l'on n'a pas à en tenir compte; mais on est toujours obligé de recourir à un essai préliminaire, qui permette d'amener sûrement les solutions à un titre compris entre 0,5 et 1 pour 100.

» 2° Il serait facile de supprimer la difficulté, en établissant directement la teneur en glucose des solutions *non* diluées, et corrigeant le titre expérimental obtenu de l'erreur commise, calculée d'avance. Dans ce but, nous avons effectué un grand nombre de dosages avec des solutions à titre parfaitement connu, variant de 0,1 à 10 pour 100. Ce sont là des concentrations limites, d'où ne sort guère la pratique ordinaire des laboratoires. Les erreurs commises ont pu être ainsi parfaitement établies, pour chaque dilution successive, et les moyennes de 400 dosages ont permis d'établir la formule très simple

$$y = -0,0000480\,1\,x + 0,0287635\,9\,x^2,$$

exprimant l'erreur $y$ en fonction du titre exact $x$. Pour les calculs d'analyse, il faut introduire le titre expérimental $\theta$ et la formule devient

$$0,02876\,x^2 - 1,0000480\,1\,x + \theta = 0,$$

d'où il est facile de tirer $x$. Les titres pour 100, calculés à l'aide de cette formule, concordent avec les titres exacts jusqu'au chiffre des centièmes, ce qui assure une exactitude $\geqq \frac{1}{10000}$.

» 3° Une troisième solution s'impose : éliminer la cause d'erreur dans l'expérience elle-même. La substitution, à la potasse ou la soude, de l'ammoniaque, sans action sur le glucose à 100°, et tout aussi capable de maintenir le cuivre en dissolution, convient parfaitement : si, dans une pareille liqueur, on verse du glucose, l'oxyde est réduit, mais l'oxydule formé se trouve décoloré au moment où se termine la réduction. Il importe toutefois d'opérer dans un courant de gaz inerte, H ou Az, et à la température de 80°, afin de ne pas réoxyder le cuivre et ne pas trop appauvrir la solution en gaz ammoniac. Les avantages de ce mode d'opérer sont considérables : très grande exactitude dans l'appréciation du moment de la décoloration, le liquide étant vu sous une épaisseur égale au diamètre du ballon, et, en outre, suppression des filtrations répétées qui augmentent,

par les eaux des lavages consécutifs, la masse des liquides, au point de modifier la marche de la réduction. De plus, il est possible, après chaque dosage, de régénérer la liqueur en réoxydant l'oxydule par le passage, durant un quart d'heure, d'un simple courant d'air. On travaille ainsi toutes les fois dans des conditions absolument identiques, le poids de cuivre demeurant invariable. Il faut toutefois ajouter au liquide quelques centimètres cubes d'ammoniaque pour rendre au liquide sa richesse primitive.

» Nous avons expérimenté cette méthode avec M. Allein, pharmacien-major de première classe, en employant des solutions contenant $34^{gr},65$ de $CuSO^4$ dissous dans une quantité suffisante d'eau et complétés à $1000^{cc}$ par de l'ammoniaque ordinaire. L'erreur constatée est très faible, comparée à celle qu'entraîne la liqueur de Fehling : ainsi, avec des solutions à 10 pour 100 de glucose anhydre, elle est de 0,1 pour 100 au lieu de 2,7 pour 100 : elle est uniquement constituée par l'erreur de lecture des volumes, erreur inévitable, prenant des valeurs relatives croissantes avec la concentration. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le goudron de pin.* Note de M. **Adolphe Renard**, présentée par M. Grimaux.

« A côté du térébenthène déjà décrit ([1]), on rencontre dans les produits de la distillation du goudron de pin un nouvel hydrocarbure bouillant vers 250°-280°. Pour le débarrasser des produits oxygénés qui l'accompagnent, on le maintient pendant quelques heures en ébullition avec un excès de sodium; il se colore fortement en brun, prend un aspect gélatineux; on le lave à l'eau bouillante et, pour achever sa purification, on le rectifie une dernière fois sur du sodium, qui alors n'est plus sensiblement attaqué.

» Il se présente sous la forme d'un liquide incolore, bouillant à 254°-257°. Sa densité à 0° égale 0,9419. Il est sans action sur la lumière polarisée. Son indice de réfraction égale 1,507.

» Son analyse et sa densité de vapeur ont donné des nombres correspondant à la formule $C^{14}H^{22}$.

» Exposé à l'air, il se colore assez rapidement en brun.

» L'acide chlorhydrique est sans action sur lui.

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXIX, p. 165.

» Le brome réagit avec violence et le transforme en une masse épaisse brun rouge qui, dissoute dans le chloroforme, abandonne par évaporation du dissolvant des cristaux incolores d'un dérivé tétrabromé $C^{14}H^{18}Br^4$.

» En solution sulfocarbonique, on obtient un bibromure $C^{14}H^{22}Br^2$ très instable.

» Lorsqu'on fait passer sa vapeur dans un tube chauffé au rouge sombre, il donne une petite quantité d'heptine.

» Traité par l'acide nitrique fumant en solution acétique, il se transforme en un dérivé nitré $C^{14}H^{21}(AzO^2)$ que l'on débarrasse par un courant de vapeur d'eau d'une petite quantité d'un hydrocarbure ayant résisté à l'action de l'acide, dont la proportion ne dépasse pas 4 à 5 pour 100.

» Traité par deux fois son volume d'acide sulfurique ordinaire, ce carbure s'échauffe en se transformant en partie en un dérivé sulfoné. Par addition d'eau, il se sépare une couche huileuse formée de polymères visqueux qui, soumise à la distillation dans un courant de vapeur d'eau, fournit une notable quantité d'un hydrocarbure volatil bouillant à 250°-260° qui, traité par l'acide sulfurique fumant, se dissout en partie et laisse finalement environ 15 à 20 pour 100 d'un hydrocarbure complètement inattaquable, bouillant à 250°-253° et répondant à la formule $C^{14}H^{26}$. L'acide sulfurique fumant, l'acide nitrique fumant, le brome à froid sont sans action sur lui; il présente tous les caractères d'un hydrocarbure saturé qui, en raison de sa proportion, a dû prendre naissance par l'action de l'acide sulfurique sur le carbure primitif $C^{14}H^{22}$.

» Quant à l'acide sulfonique resté en solution dans la liqueur aqueuse, on peut l'isoler en saturant le liquide par de l'ammoniaque et ajoutant du sel marin; le sel ammoniacal se précipite sous forme d'une masse gommeuse très soluble dans l'eau avec fluorescence. Sa solution additionnée d'acide chlorhydrique en excès abandonne l'acide sous forme d'un dépôt gommeux, soluble dans l'eau, l'alcool, l'éther; les acides sulfurique, chlorhydrique et le sel marin le précipitent de sa solution aqueuse. Son sel de baryum est insoluble; séché à 100° il répond à la formule

$$(C^{14}H^{21}SO^3)^2Ba.$$

» Enfin, si, au lieu de faire réagir l'acide sulfurique seul sur le carbure $C^{14}H^{22}$, on emploie un mélange d'acide sulfurique et d'alcool, on voit se produire, en chauffant légèrement, une coloration bleue très nette.

» Cette dernière réaction, comme l'a indiqué M. Maquenne (¹), est caractéristique des hydrures aromatiques; il en est de même de l'action de l'acide sulfurique seul qui, comme on l'a vu, transforme en partie cet hydrocarbure en carbure saturé, réaction comparable à la transformation de l'heptine en hexahydrure de toluène sous la même influence (²). Enfin, à ces deux réactions viennent encore s'ajouter l'altérabilité du carbure à l'air, le peu de stabilité de son dérivé bromé d'addition et sa transformation partielle en heptine sous l'influence de la chaleur.

» Ces faits établissent un rapprochement entre ce nouvel hydrocarbure $C^{14}H^{22}$ et les hydrures aromatiques, et particulièrement l'heptine $C^7H^{12}$, ce qui permet de le considérer comme du biheptinyle $C^7H^{11}-C^7H^{11}$ ou octohydrure de bitolyle $(H^4-C^7H^7)-(C^7H^7-H^4)$. Cette formule, en outre, rend bien compte de sa transformation en carbure saturé ou dodécahydrure de bitolyle $(H^6-C^7H^7)-(C^7H^7-H^6)$ par fixation de 4 atomes d'hydrogène (³). »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Action des sables et des eaux du Sahara sur les ciments et chaux hydrauliques*. Note de M. **Jules Perret**.

« Au cours de travaux exécutés, en 1893, à la caserne des tirailleurs de Tougourt, j'ai eu occasion de constater que des mortiers et bétons de chaux hydrauliques, préparés en 1864 avec le sable et l'eau de Tougourt, étaient délayés ou désagrégés. Ce résultat était particulièrement net pour les mortiers et bétons en contact avec la nappe d'eau souterraine.

» Ces constatations m'ont amené à faire quelques recherches sur l'influence exercée par les sables et les eaux du Sahara sur les ciments et mortiers hydrauliques.

» *Influence des sables du Sahara.* — Les sables du Sahara ont une composition très variable; d'après des analyses faites par Dubocq et le laboratoire de l'École des Mines en 1892, leur teneur en silice varie de 30 à 60 pour 100 et leur teneur en sul-

---

(¹) *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XXVIII.

(²) *Loc. cit.*

(³) Je me fais un devoir de signaler à l'Académie l'intelligent concours que m'a prêté dans ce travail M. Olivier Potier, élève du laboratoire de l'École des Sciences de Rouen.

fate de chaux de 1 à 50 pour 100. J'ai préparé, avec de l'eau distillée, des mortiers à parties égales de portland et de sable, le n° 1 siliceux pur, les nos 2, 3 et 4 ayant la provenance et la composition indiquées ci-dessous :

| | Eau. | Silice. | Sulfate de chaux. | Argile. | Carbonates. | Chlorures. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| N° 1 .................... | » | » | » | » | » | » |
| N° 2. El Oued............ | 0,08 | 0,60 | 0,10 | 0,20 | 0,01 | 0,02 |
| N° 3. Tougourt.......... | 0,17 | 0,40 | 0,30 | 0,10 | » | 0,03 |
| N° 4. Kef el Amar 20km sud de Tougourt...... | 0,15 | 0,30 | 0,50 | 0,03 | 0,02 | » |

» La durée du durcissement a augmenté du n° 1 au n° 4; au bout de quatre mois d'immersion dans l'eau, j'ai obtenu les chiffres suivants pour la résistance à la compression :

| N° 1. | N° 2. | N° 3. | N° 4. |
|---|---|---|---|
| 150kg | 70kg | 40kg | 20kg |

» D'autres échantillons, composés de 1 de portland et 2 de sable à 30 pour 100 de gypse, étaient complètement altérés au bout de trois mois d'immersion et se désagrégeaient à la main; l'intérieur était pâteux.

» Ces essais paraissent mettre nettement en évidence le rôle joué par le sulfate de chaux dans la désagrégation des ciments, par suite de la formation du sulfo-aluminate de chaux de M. Caudlat. Au cours de mes essais, j'ai également remarqué que le sulfate de chaux réagissait sur le silicate tribasique de chaux. Le résultat de cette réaction doit être un sulfo-silicate de chaux, jouant le même rôle que le sulfo-aluminate.

» *Influence des eaux du Sahara.* — Mes essais sur l'influence des eaux du Sahara m'ont montré que ces eaux étaient particulièrement nuisibles, tant pour la préparation que pour la conservation des ciments.

» J'ai préparé des mortiers avec différents ciments et de l'eau distillée, de l'eau de mer et de l'eau de Tougourt. Les temps de prise ont été les suivants :

| Eaux. | Portland. | Vassy. | Isère prompt. | Isère demi-prompt. |
|---|---|---|---|---|
| Distillée................. | 1h.15m | 10m | 5m | 10m |
| De la Méditerranée....... | 2.30 | 20 | 20 | 20 |
| De Tougourt............. | 2.40 | 25 | 25 | 20 |

» Ce Tableau montre que c'est l'eau du Sahara qui a donné les prises les plus lentes; de plus, en conservant ces mortiers pendant six mois dans l'eau identique à celle qui avait servi à leur préparation, j'ai constaté que l'eau du Sahara produisait une décomposition plus rapide que l'eau de

mer : les échantillons conservés dans cette eau étaient recouverts d'une couche épaisse de produits des décompositions; dans l'intérieur, on trouvait des parties non adhérentes.

» Le Tableau ci-dessous donne la composition des sels contenus dans $1^{kg}$ d'eau de la Méditerranée et d'eau de Tougourt :

| | Chlorures. | Nitrates. | Sulfates. | Chlorates. |
|---|---|---|---|---|
| Eau de la Méditerranée..... | $26^{gr},70$ | » | $3^{gr},30$ | $0^{gr},10$ |
| Eau du Sahara............ | $2^{gr},40$ | $0^{gr},06$ | $3^{gr},45$ | $0^{gr},08$ |

» Les sulfates contenus dans l'eau de mer sont principalement des sulfates de soude et de magnésie qui, le premier surtout, sont peu actifs sur les ciments, alors que l'eau du Sahara contient surtout du sulfate de chaux; c'est à celui-ci que l'on doit attribuer l'influence néfaste de ces eaux, tant sur la prise que sur la conservation des ciments.

» *En résumé*, la présence, en forte proportion, du sulfate de chaux dans les sables et dans les eaux du Sahara, est des plus nuisibles à la qualité et à la conservation des mortiers de ciment préparés dans cette région; il importe d'apporter le plus grand soin dans le choix de ces deux éléments, surtout en ce qui concerne les sables, que l'on peut trouver sur certains points suffisamment purs en sulfate de chaux. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'origine homarienne des Crabes (Brachyures).* Note de M. **E.-L. Bouvier**, présentée par M. Milne-Edwards.

« Les recherches effectuées durant ces vingt dernières années, notamment celles de M. Boas, nous ont fourni des détails intéressants sur les affinités et l'évolution des Crustacés macroures et anomoures, mais elles ne nous ont appris que fort peu de chose sur l'origine des Dromiacés (Dromies et Homoles), c'est-à-dire des Crabes qui ont servi de point de départ à l'immense groupe des Brachyures. Les uns prétendent, avec M. Boas, que les Dromiacés se rattachent à des formes intermédiaires entre les Anomoures et les Thalassinidés du genre *Axius;* les autres, avec M. Claus, qu'ils dérivent du groupe des Galathéides et probablement d'espèces très voisines de la *Galathea squamifera*. Grâce à l'obligeance de M. A. Milne-Edwards, qui a bien voulu mettre à ma disposition les Dromiacés abyssaux recueillis par le *Blake* et le *Talisman*, j'ai pu faire cesser ces divergences et

établir, sans conteste, je l'espère, que *les Crabes dérivent directement des Homaridés et vraisemblablement des Homaridés de la période jurassique*.

» De tous les Dromiacés abyssaux que j'ai étudiés, l'espèce la plus primitive, presque à tous égards, est l'*Homolodromia paradoxa* des Antilles, qui ressemble encore aux Macroures et à beaucoup d'Anomoures par sa carapace allongée, rétrécie en avant et régulièrement convexe, par ses orbites largement ouvertes et par son rostre indépendant de l'épistome. Contrairement aux Galathées et aux Axies, elle a des éléments branchiaux filiformes et hexasériés, des sternites thoraciques tous soudés entre eux et des épipodites très développés; les sillons de sa carapace rappellent ceux des Homards, et ses pattes-mâchoires antérieures se font remarquer par leur fouet exopodal articulé, ainsi que par la longueur et la largeur régulière de leur palpe (lacinie externe). Par la pleurobranchie qui existe à la base de ses pattes postérieures, par l'angle que font entre eux les axes d'articulation des deux articles de ses pinces, et par la soudure très apparente des articles 2 et 3 de ses pattes, elle diffère, en outre, complètement des Axies; elle diffère d'ailleurs des Galathées par sa carapace qui est dépourvue d'angle latéro-dorsal, par ses épipodites nombreux (6), par ses podobranchies (5), par l'arthrobranchie de ses pattes-mâchoires de la deuxième paire, enfin par les fausses pattes modifiées de son premier segment abdominal.

» Ces caractères, qui distinguent les Homolodromies des Galathées et des Axies, et qui empêchent de les rattacher à ces formes, les rapprochent au contraire des Homaridés, car, à l'exception d'un seul que je signalerai plus loin, ils existent tous dans cette famille. D'autres caractères non moins importants sont également communs aux Homolodromies et aux Homaridés : l'épistome est de grande dimension, l'article terminal du palpe des mâchoires antérieures est allongé et s'applique sur les mandibules, les pattes-mâchoires postérieures ont la même forme et la même rangée de denticules, le sillon *c* de la carapace n'est pas encore uni au sillon *e*, les branchies et les épipodites sont en même nombre et disposés de la même manière, abstraction faite de l'épipodite et de la podobranchie de la quatrième paire de pattes qui font défaut chez les Homolodromies, abstraction faite aussi de l'arthrobranchie des pattes-mâchoires de la deuxième paire qui s'atrophie complètement chez les Homaridés.

» Étant donné cet ensemble de caractères communs, on ne saurait douter que les Homolodromies dérivent de la famille des Homaridés, mais comme tous les représentants connus de cette dernière famille sont dépour-

vus d'arthrobranchies à la base des pattes-mâchoires de la deuxième paire, il y a lieu d'admettre que les Homolodromies sont issus d'Homaridés plus primitifs, qui avaient conservé toutes les arthrobranchies antérieures de leurs ancêtres les Pénéides. Ces branchies existaient vraisemblablement chez les Homaridés jurassiques, et notamment chez les *Eryma*, dont M. Boas a très exactement dessiné la carapace; or, quand on compare les sillons céphalothoraciques des Homolodromies à ceux des *Eryma*, on constate qu'ils sont disposés de la même manière bien qu'ils soient singulièrement plus nombreux que ceux des Homaridés actuels. C'est pourquoi je n'hésite pas à placer la souche des Dromiacés chez les Homaridés jurassiques ou chez des formes qui leur ressemblaient beaucoup.

» J'ajouterai que les Dromiacés doivent se rattacher aux Homariens par une forme plus primitive que les Homolodromies, et aujourd'hui encore inconnue. Chez les Dicranodromies, en effet, de même que chez les Homoles, l'article basilaire des pédoncules oculaires est libre, comme chez les Homards, tandis qu'il est soudé à l'épistome chez les Homolodromies; bien plus, on observe, chez les Dicranodromies, à la base des pattes de la quatrième paire, l'épipodite et la podobranchie homarienne qui font défaut chez les Homolodromies. Il a dû s'intercaler, par conséquent, entre les Homaridés et les Homolodromies, une forme très primitive qui a servi de point de départ à la famille des Dromiacés et, par l'intermédiaire des Dromiacés, au groupe tout entier des Brachyures. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur une maladie des Ailantes, dans les parcs et promenades de Paris.* Note de M. **Louis Mangin**.

« Dans le courant de cet été, les Ailantes de certaines promenades de Paris ont été très éprouvés par une maladie dont les premiers symptômes s'étaient manifestés il y a trois ou quatre ans. En quelques endroits même, et notamment rue Royale, faubourg Saint-Honoré, avenue Malakoff, près du Trocadéro, boulevard Raspail, près de la rue du Bac, la plupart des arbres atteints sont morts. Cette maladie a aussi été observée dans certains jardins ainsi qu'au bois de Vincennes où, depuis quelques années, les Ailantes disparaissent successivement.

» Voici les apparences extérieures de cette affection sévissant sur une espèce qui jouissait jusqu'ici, parmi nos arbres, d'une immunité spéciale par sa rusticité et sa vigueur. La feuillaison s'est accomplie au printemps

d'une manière régulière, mais, vers le commencement de l'été, les feuilles se sont desséchées peu à peu et sont successivement tombées comme en automne; aux mois de juin et de juillet, les Ailantes des régions que j'ai signalées avaient pris l'aspect hivernal; quelques-uns ont bien développé de nouvelles pousses sur le bois de deux ans, mais la plupart, rabougries et chétives, se sont flétries à leur tour.

» Grâce à l'obligeance de M. de Tavernier, ingénieur en chef des plantations, de M. Forestier, conservateur du bois de Vincennes, et des ingénieurs des diverses sections de Paris, qui ont mis un grand empressement à me fournir les matériaux d'une première étude, j'ai pu faire, sur cette maladie, les observations suivantes.

» Les feuilles, ordinairement vertes, parfois avec quelques taches grises ou à contour brun, n'étaient pas déformées; sauf la formation de callose dans l'épiderme ou le parenchyme autour des poils et dans les taches grises; sauf la présence d'un acarien, le *Tetranychus telarius*, assez abondant sur quelques arbres malades, je n'ai pas rencontré de parasites ou d'altérations capables d'expliquer la chute prématurée de ces organes.

» Mon attention ayant été attirée sur la coloration jaune du bois, j'ai comparé les Ailantes sains à ceux qui ont été abattus à Paris et au bois de Vincennes (1). Voici les résultats de cette comparaison :

» 1° Arbre sain (École de Pharmacie), 8 ans. — Diamètre du tronc : $16^{cm}$. Les couches annuelles du bois sont très larges; l'une d'elles avait $15^{mm}$, une seule très mince n'avait que $2^{mm}$.

*L'épaisseur moyenne des couches du bois est de* $9^{mm},5$.

» 2° Arbre malade (Faubourg Saint-Honoré), 21 ans. — Diamètre du tronc : $24^{cm}$. Les onze premières couches sont épaisses et l'une d'elles atteignait $13^{mm}$; les dix dernières sont très minces et leur épaisseur totale est de $15^{mm}$.

*L'épaisseur moyenne des couches du bois est de* $5^{mm}$.

» 3° Arbre malade (Faubourg Saint-Honoré), 28 ans. — Diamètre du tronc : $25^{cm}$. Les couches annuelles décroissent régulièrement.

*L'épaisseur moyenne des couches du bois est de* $4^{mm}$.

» 4° Arbre malade (Bois de Vincennes), 23 ans. — Diamètre du tronc : $16^{cm}$.

*L'épaisseur moyenne des couches du bois est de* $3^{mm}$ *à* $3^{mm},5$.

---

(1) J'ai pris comme types d'arbres sains les Ailantes du Jardin Botanique de l'École de Pharmacie, où M. Guignard a bien voulu, sur ma demande, faire abattre l'un de ceux qui donnaient trop d'ombrage.

» 5° Arbre malade (Bois de Vincennes), 26 ans. — Diamètre du tronc : $14^{cm}$.

*L'épaisseur moyenne des couches est de $2^{mm}$ à $2^{mm},5$.*

» La structure du bois a révélé une particularité importante. Dans les arbres sains (École de Pharmacie, pépinière de Longchamps), les nombreux et larges vaisseaux qui occupent la partie interne de chaque couche annuelle, ne présentent pas de thylles normales, mais çà et là, surtout dans le bois de la première année, ils renferment des thylles gommeuses, analogues à celles que j'ai décrites récemment dans la vigne et qui oblitéraient un très petit nombre de vaisseaux. Dans les arbres malades, au contraire, la formation de la gomme est très abondante et un grand nombre de vaisseaux sont bouchés par les thylles gommeuses; de plus, ces bouchons de gomme sont d'*autant plus nombreux que l'épaisseur des couches annuelles devient plus faible*. Ainsi, la réduction de l'accroissement annuel et l'infiltration gommeuse sont les caractères du dépérissement.

» L'accumulation de la gomme ralentit la circulation de la sève ascendante; j'ai pu m'assurer de ce fait par l'expérience suivante. Des fragments de bois, sain et malade, débités en parallélépipèdes de $1^{cm}$ ou $2^{cm}$ de côté et de $1^{cm}$ d'épaisseur, ont été lutés à l'extrémité d'un tube dans lequel on fait ensuite le vide, puis la section de ces fragments est plongée dans une solution tiède de gélatine colorée. Avec le bois sain, la pénétration du liquide est rapide et complète et, après refroidissement de la masse, on voit que tous les vaisseaux sont injectés de gélatine; avec le bois malade et sur des fragments comprenant 7 et 15 couches annuelles, la pénétration est lente et la gélatine ne pénètre que dans le bois de la dernière année, ou dans quelques vaisseaux de l'année précédente.

» La circulation de l'eau dans la tige ne peut donc s'effectuer, chez les arbres malades, que pour le dernier et une partie de l'avant-dernier bois. Or, sur tous les individus que j'ai examinés, ce bois est envahi par un mycélium, surtout abondant dans les vaisseaux et formant parfois un feutrage occupant toute la section; en outre, ces vaisseaux renferment, ainsi que certaines cellules du bois, une substance jaune, insoluble dans l'eau et dans l'alcool, qui donne à la région la teinte jaune signalée plus haut.

» On peut, d'après ce qui précède, expliquer de la manière suivante le dépérissement des arbres. Dès que les feuilles sont épanouies, elles évaporent une grande quantité d'eau; mais, comme la gomme bouche presque tous les vaisseaux, elles ne récupèrent pas assez vite l'eau qu'elles ont perdue, la nutrition se ralentit, les feuilles se flétrissent, se dessèchent et

tombent; si, à ce moment, les champignons saprophytes à parasitisme facultatif, s'introduisent soit par les racines, soit par les blessures des branches, l'arbre, épuisé, meurt bientôt.

» Il n'a pas été possible de déterminer l'espèce de champignon qui pénètre dans le bois, car les fructifications ne se forment que longtemps après la mort de l'arbre, à ce moment envahi par de nombreux saprophytes; mais il est probable que plusieurs espèces de Sphériacées concourent à achever les arbres déjà malades. J'espère, dans le courant de l'hiver, rencontrer tous les appareils reproducteurs et arriver à une spécification encore incertaine aujourd'hui. D'autre part, je n'ai pas pu, vu la saison avancée, déterminer la cause de l'accumulation de la gomme dans les vaisseaux. En attendant les résultats des essais qui auront lieu au printemps prochain, on peut, ou bien remplacer les Ailantes par une essence à port semblable, comme le *Cedrela sinensis* ou les noyers d'Amérique (*Juglans nigra, J. cinerea*); ou bien on devra changer toute la terre végétale et assurer par un bon drainage, et surtout par quelques fumures, une nutrition abondante aux jeunes plants d'Ailantes, pour les mettre en état de résister à l'invasion des parasites. J'ai pu constater que l'aération insuffisante des racines et le défaut de nutrition sont, parmi les causes de dépérissement de certains arbres à Paris, celles auxquelles on n'a pas suffisamment remédié jusqu'ici. »

A 3 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures. M. B.

---

## BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

---

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 15 OCTOBRE 1894.

*Bulletin des Sciences mathématiques*, rédigé par MM. GASTON DARBOUX et JULES TANNERY. Juillet 1894. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1894; 1 fasc. in-8°.

*Traité de Chimie légale. Analyse toxicologique. Recherches spéciales*, par

ERNEST BARILLOT. Paris, Gauthier-Villars, 1894; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Troost.)

*Bulletin de l'Académie de Médecine.* N° 41, séance du 9 octobre 1894. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

*Mémoires et Bulletin de la Société de Médecine et de Chirurgie de Bordeaux.* 3e et 4e fascicules. 1893. Paris, G. Masson, 1894; 1 vol. gr. in-8°.

*Journal de Pharmacie et de Chimie,* N° 8. 15 octobre 1894. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

*Société de Géographie. Comptes rendus des Séances.* 1894, Paris; 1 fasc. in-8°.

*Moyens physiques de l'action éloignée,* par JULES MIFFRE. Paris, Bernard et Cie, 1894; 1 br. in-4°.

*Exposition de Chicago en 1893.* Rapports publiés sous la direction de M. CAMILLE KRANTZ, commissaire général du gouvernement français. Comité 19: *Produits chimiques et pharmaceutiques, matériel de peinture, parfumerie, savonnerie.* Paris, Imprimerie nationale, 1884; 1 vol. in-4°.

*Revue maritime et coloniale.* Octobre 1894. Paris, Baudoin; 1 vol. gr. in-8°.

*Bulletin de la Société Impériale des Naturalistes de Moscou.* Publié sous la rédaction du prof. Dr. M. MENZBIER. Années 1893 et 1894. Moscou, 1894; 2 vol. in-8°.

*Gerechtelijke statistiek van het koninkrijk der Nederlanden.* 1893. S'Gravenhage, 1894; 1 vol. in-4°.

*Discurso leido en la Universidad central en la solenne inauguracion del Curso academico de* 1894 *a* 1895 por el Doctor D. ANTONIO SANCHEZ MOGUEL, catedratico de la Facultad de Fisolofia y Letras. Madrid, 1894; 1 br. gr. in-8°.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

### SÉANCE DU LUNDI 22 OCTOBRE 1894,

PRÉSIDENCE DE M. LŒWY.

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HYDRODYNAMIQUE. — *Vérifications expérimentales de la théorie des déversoirs à nappes noyées en dessous ou adhérentes : vérifications relatives au débit et à la contraction inférieure;* par M. J. **Boussinesq**.

« I. Nous pourrons donc (¹), sans erreur sensible, remplacer $k$ par $k_0$ dans les deux équations (13 *bis*), (14), et réduire ensuite de moitié la valeur de $c$ en résultant. Dans le cas particulier de l'équation (14), c'est-à-dire des nappes noyées en dessous ou adhérentes, il viendra ainsi

$$(17) \qquad c = \frac{1}{2} - \frac{1}{2(1+k_0) - k_0^3 n^2 (2+k_0)}.$$

» En se servant des valeurs de $n^2$ calculées précédemment, puis obte-

(¹) *Voir* le précédent *Compte rendu*, p. 618.

nant les valeurs correspondantes de $N = (1 - c)(1 - n^2)$ et celles de $m$ données par (9), on trouve, par exemple, pour

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $k_0 =$ | 0,275 | 0,3 | 0,325 | 0,35 | 0,40 | 0,45 | 0,50 | 0,60 | 0,70 | 0,80 | 0,90 | 1 | 1,5 | 2, |
| $c =$ | 0,0842 | 0,0904 | 0,0964 | 0,1022 | 0,1132 | 0,1236 | 0,1334 | 0,1512 | 0,1671 | 0,1814 | 0,1942 | 0,2059 | 0,2505 | 0,2802, |
| $N =$ | −1,8958 | −1,4168 | −1,0497 | −0,7628 | −0,3513 | −0,0781 | 0,1112 | 0,3458 | 0,4770 | 0,5552 | 0,6038 | 0,6353 | 0,6865 | 0,6872, |
| $m =$ | 0,5756 | 0,5491 | 0,5252 | 0,5035 | 0,4653 | 0,4329 | 0,4049 | 0,3588 | 0,3223 | 0,2926 | 0,2681 | 0,2473 | 0,1785 | 0,1400. |

» D'après ce Tableau, C (double des valeurs calculées de $c$), considéré près de son maximum relatif à $k = k_1$, varie assez lentement, en fonction de $n^2$ ou de N, pour qu'un petit changement sur ces paramètres ne l'altère pas d'une manière notable. On aurait donc encore sensiblement les mêmes valeurs de $c$, en fonction de $n$ ou de N, si la relation $c = \frac{1}{2}C$ avait lieu à égalité de valeur non pas de $n$, mais des pressions relatives N sous les nappes des deux déversoirs considérés, l'un vertical à contraction $c$, l'autre avec armature horizontale, à contraction C, ou dans toute autre hypothèse voisine.

» En résumé, la contraction inférieure $c$ et la pression relative N exercée sous la nappe s'évaluent, en fonction du paramètre $k_0$ ou de $n$, sans qu'on ait besoin de connaître la petite dérivée $c'$; et l'on obtient, *grâce aux deux propriétés de maximum de* M *et* C *par rapport à* $k$, le coefficient $m$ du débit pour chaque valeur donnée de la pression relative N, sans avoir eu aucunement recours à des mesurages effectifs des nappes noyées en dessous dont il s'agit.

» II. Il ne reste plus qu'à comparer les résultats précédents à ceux de l'observation.

» M. Bazin a mesuré la pression sous les nappes au moyen d'un tube manométrique débouchant en arrière de la mince paroi verticale qui constitue le haut du barrage, tout près de son bord supérieur; et il l'a réduite par une très petite correction à ce qu'elle aurait été au niveau même du seuil ou de la crête. C'est le rapport N', à $\rho g h$, de cette pression ainsi réduite, qu'il a adopté comme mesure de la pression relative sous la nappe. On voit que sa valeur théorique, avec nos notations, est

$$N' = N + c. \tag{18}$$

» D'autre part, adoptant pour type le déversoir à nappe libre, il s'est attaché à obtenir, au lieu du coefficient $m$ de débit, son rapport à celui $m'$ d'un déversoir à nappe libre, où la hauteur $h$ de charge égalerait la proposée [1]. Or le coefficient théorique de débit d'un pareil déversoir, évalué

[1] Il considère de préférence ce rapport comme étant bien moins influencé que $m$

d'après les principes suivis ici, c'est-à-dire en réduisant $c$ à la moitié de la contraction maxima correspondante, C, alors donnée par la formule (15) prise avec $k = k_0$, sera, vu les deux valeurs 0,5216 et 0,1146 de M et de $c$,

$$m' = 0{,}4320. \tag{19}$$

» Divisons donc par 0,432 les valeurs précédentes de $m$; et formons d'autre part celles de N', en ajoutant $c$ à N. Nous aurons le Tableau suivant :

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pour N' = | −1,8116 | −1,3264 | −0,9534 | −0,6607 | −0,2381 | 0,0455 | 0,2445 | 0,4970 | 0,6441 | 0,7366 | 0,7981 | 0,8412 | 0,9370 | 0,9674, |
| $\frac{m}{m'}$ = | 1,3326 | 1,2713 | 1,2160 | 1,1656 | 1,0773 | 1,0022 | 0,9373 | 0,8306 | 0,7461 | 0,6775 | 0,6207 | 0,5725 | 0,4133 | 0,3242. |

» On le rendrait facilement plus complet, en effectuant les calculs analogues pour d'autres valeurs positives, plus rapprochées, de $k_0$.

» Comparons-le aux résultats extrêmement nombreux de l'expérience. M. Bazin les a résumés fidèlement dans les trois formules empiriques :

$$\begin{cases} (\text{pour } N' < 0) & \dfrac{m}{m'} = 1 - 0{,}235\,N'\left(1 + \dfrac{N'}{7}\right), \\ (\text{pour } N' > 0 \text{ et } < 0{,}6) & \dfrac{m}{m'} = 1 - 0{,}235\,N'\,(1 + N'), \\ (\text{pour } N' > 0{,}6) & \dfrac{m}{m'} = 1{,}05\,\sqrt[3]{1 - N'}. \end{cases} \tag{20}$$

» On en déduit, pour les valeurs de N' ci-dessus :

$\frac{m}{m'}$ = 1,3156 1,2526 1,1935 1,1406 1,0540 0,9888 0,9285 0,8252 0,7441 0,6730 0,6160 0,5686 0,4178 0,3354.

» III. Les valeurs théoriques précédentes leur sont légèrement supérieures. Les deux dernières seules font exception, car elles se trouvent, au contraire, un peu moindres; mais il est assez visible que cela tient aux contractions $c$ alors trop fortes (0,25 et 0,28), qui ne permettent plus la suppression des termes non linéaires en $c$ et $c'$. Si l'on cesse, en effet, de réduire, dans l'expression de $m$, $(1-c)^{\frac{3}{2}}$ à $1 - \frac{3}{2}c$, ces deux dernières valeurs deviennent, comme les autres, un peu plus grandes que les valeurs observées; seulement, il conviendrait d'effectuer en même temps d'autres corrections bien plus complexes. Les valeurs théoriques du rapport $\frac{m}{m'}$ paraissent donc un peu trop fortes; ce qui s'explique en observant que les

---

par les petites vitesses d'amont, puisque les deux accroissements relatifs, dus à celles-ci, de $m$ et de $m'$ s'y retranchent l'un de l'autre.

pertes de force vive translatoire ou, par suite, de vitesse moyenne et de débit, négligées par notre théorie, et employées à faire tourbillonner sous la section contractée une masse fluide étrangère à la nappe, doivent être plus grandes quand cette masse est de l'eau que lorsqu'elle est de l'air et, par conséquent, atténuer un peu plus les numérateurs $m$ que le dénominateur $m'$.

» Toutefois, si l'on songe que nos calculs n'ont emprunté à l'expérience *aucune donnée quantitative*, aucun élément *numérique*, on sera peut-être surpris de voir l'excédent de leurs résultats sur ceux de l'observation rester le plus souvent au-dessous d'un centième de la valeur ou peu au-dessus, et n'atteindre deux centièmes que pour les valeurs de N′ comprises entre $-0,9$ et $-0,2$ environ, c'est-à-dire pour les nappes faiblement adhérentes ou approchant d'être adhérentes, dont la quasi-instabilité peut bien entraîner une agitation exceptionnelle de l'eau tourbillonnante qu'elles emprisonnent.

» D'ailleurs, cet excédent est diminué par les circonstances susceptibles de réduire sous la nappe la masse fluide étrangère et, par suite, les pertes de force vive translatoire. Tel doit être, par exemple, le cas d'un barrage d'une certaine épaisseur et à seuil horizontal, où cette masse tourbillonnante n'a que la petite hauteur maxima $\varepsilon = ch$; aussi paraît-il résulter d'expériences toutes récentes de M. Bazin que les rapports $\frac{m}{m'}$ sont alors un peu plus élevés que les précédents (20).

» Tel est encore le cas d'un déversoir à mince paroi et à nappe noyée en dessous comme ceux qui ont conduit aux formules (20), mais à l'aval duquel on abaisse assez le niveau de l'eau pour dégager la nappe le plus possible. M. Bazin a reconnu qu'il convient alors de substituer aux deux premières formules (20), entre les deux limites $-0,9$ et $0,3$ environ comprenant N′, la relation unique suivante, beaucoup plus approchée :

$$(21) \qquad \frac{m}{m'} = 1,01 - 0,245\,\mathrm{N}'\left(1 + \frac{\mathrm{N}'}{5}\right).$$

Or, cette formule donne 1,1990, 1.1505, 1,0656, 0,9987 au lieu des troisième, quatrième, cinquième et sixième nombres du Tableau précédent, ou pour les valeurs $-0,9534$, $-0,6607$, $-0,2381$, $0,0455$ de N′; résultats excédant sensiblement ceux qu'ils remplacent et plus voisins des valeurs théoriques (encore supérieures) 1,2160, 1,1656, 1,0773, 1,0022.

» IV. Le déficit des coefficients de débit constatés sur les coefficients théoriques est assez faible, d'un bout à l'autre du Tableau, pour ne manifester nulle part l'existence d'une hauteur d'eau $h'$ (sur la section contractée) notablement inférieure à celle qui, vu la charge donnée $h$, assure la pro-

duction du débit maximum correspondant à la pression assignée $N\rho gh$ sous la nappe. Et cependant, la Table ci-dessus, prolongée, comme elle l'est, jusqu'à la valeur 2 de $k_0$, arrive presque à l'extrême limite des petites dénivellations observables entre l'amont et l'aval, puisque la pression relative N' dans l'eau *morte*, au niveau du seuil, y atteint environ 0,97, ou n'est plus inférieure que de trois centièmes à son maximum 1 caractéristique du repos, c'est-à-dire de l'absence de tout écoulement et de toute dénivellation ([1]). Il paraît donc que, dans les déversoirs *noyés*, la hauteur $h'$ de l'eau sur la section contractée et la pression $p_0 = N\rho gh$ sous la nappe se règlent *solidairement*, d'après les niveaux d'amont et d'aval, de manière à réaliser le débit maximum correspondant à cette pression $p_0$ et à la charge $h$ donnée ([2]).

» V. Comparons maintenant les contractions inférieures $c$ déduites de notre formule (17) à leurs valeurs expérimentales, déterminées, comme on a dit, en cherchant la situation du maximum de vitesse, sur diverses verticales prises en aval de la crête à des distances croissantes de celle-ci.

» Et d'abord, pour les nappes adhérentes, avec valeurs négatives très fortes de N' telles que la première ci-dessus $-1,8116$, M. Bazin a trouvé $c = 0,072$ environ, la hauteur du déversoir étant $0^m,75$ et celles de charge $0^m,129$, $0^m,273$. Mais, d'autre part, il a constaté que, sous la nappe adhérente d'un déversoir de $1^m,13$ de hauteur et pour des charges ($0^m,22$ à $0^m,38$) qui donnaient lieu sensiblement aux pressions relatives N' observées avec le déversoir précédent, l'eau *morte*, ou non entraînée par la veine d'une manière notable, s'étendait jusqu'à $0,079h$ ou $0,08h$ de hauteur; d'où il suit que $c$ y dépassait 0,08, d'une quantité pouvant aller jusqu'à 0,005 environ d'après l'analogie avec certains faits constatés sur le déversoir de $0^m,75$. Il est donc admissible que la contraction sous une

---

([1]) D'après les formules empiriques trouvées par M. Bazin (second Mémoire cité, p. 57 et 51) pour relier N' aux hauteurs $h$ et $h_1$ de l'eau en amont et en aval du déversoir, la dénivellation $h - h_1$ doit être, en général, inférieure à $0,02h$ et parfois même (pour une assez petite hauteur de la crête au-dessus du fond du canal de fuite) s'abaisser presque jusqu'à $0,01h$, quand N' atteint la valeur 0,97.

([2]) Toutefois, pour les valeurs de N' supérieures à 0,6, cas où la dénivellation de l'amont à l'aval est une petite fraction de $h$, les coefficients de débit correspondant à une même pression relative N' sous la nappe ont paru à M. Bazin diverger quelque peu, suivant le rapport de la hauteur du niveau d'aval à celle du déversoir (ou plutôt à la hauteur de sa crête au-dessus du fond du canal de fuite) : ils semblent croître légèrement avec ce rapport.

nappe fortement adhérente ne s'écarte pas beaucoup de 0,08 ; ce qui est à peu près d'accord avec notre Tableau déduit de (17), où l'on trouve $c = 0,0842$ pour $k_0 = 0,275$ ou pour $N' = -1,8116$.

» Viennent ensuite, en prenant dans le dernier Mémoire cité de M. Bazin [1] le Tableau de la page 76, où sont relatées les principales valeurs observées de $c$ à côté de celles de N', quatre mesures, 0,105, 0,103, 0,093, 0,100, dont la moyenne est 0,1002, se rapportant sensiblement à $N' = -0,66$, c'est-à-dire à la quatrième case de nos Tables qui donnent, à cette place, $c = 0,1022$ et $N' = -0,6607$.

» La valeur expérimentale suivante, 0,102, pour $N' = -0,40$, se place vers le milieu de l'intervalle de cette quatrième case et de la cinquième, tandis que la moyenne des deux valeurs théoriques de $c$ correspondant à ces cases est 0,1077.

» Deux mesures, 0,105 et 0,117, ayant pour moyenne 0,111, répondent ensuite sensiblement à la cinquième case, où $N' = -0,2381$ et où la valeur théorique de $c$, 0,1132, égale à très peu près cette moyenne.

» Puis viennent six valeurs, 0,117, 0,112, 0,103, 0,108, 0,113, 0,114, intermédiaires entre les cinquième et sixième cases du Tableau, et dont la moyenne est 0,1112, alors que la moyenne des deux valeurs théoriques de $c$, 0,1132 et 0,1236, inscrites dans ces cases, serait 0,1184 ou un peu plus forte.

» La contraction théorique 0,1236, répondant à la sixième case, se trouve à peu près identique à la valeur suivante, 0,125, du Tableau de M. Bazin, observée pour une pression relative, $N' = 0,05$, qui est très sensiblement celle de cette case, savoir $N' = 0,0455$.

» Puis viennent, pour la septième case, trois valeurs expérimentales, 0,122, 0,133, 0,139, dont la moyenne, 0,1313, ne diffère pas sensiblement de la valeur théorique 0,1334. Elles sont suivies des six mesures 0,146, 0,146, 0,144, 0,150, 0,140 et 0,142, tombant entre la septième case et la huitième : leur moyenne, 0,1447, est légèrement supérieure à la moyenne, 0,1423, des deux valeurs de $c$, 0,1334 et 0,1512, répondant à ces cases. La dernière de ces valeurs théoriques, 0,1512, qui correspond à $N' = 0,4970$, se trouve contrôlée ensuite par deux valeurs expérimentales, 0,144 et 0,140, dont la moyenne, 0,142, est un peu plus faible.

» Enfin l'observation a donné, au milieu de l'intervalle suivant,

(1) Numéro de février 1894 des *Annales des Ponts et Chaussées*.

$c = 0,173$, valeur un peu supérieure à la moyenne théorique

$$\tfrac{1}{2}(0,1512 + 0,1671) = 0,1591,$$

tandis que, vers les $\frac{7}{10}$ de l'intervalle compris entre $N' = 0,7366$ et $N' = 0,7981$, ou pour $N' = 0,78$, une dernière mesure prise a été $c = 0,189$, résultat se confondant presque avec la valeur théorique correspondante, obtenue par interpolation proportionnelle dans l'intervalle,

$$0,1814 + 0,7(0,1942 - 0,1814) = 0,1904.$$

» La concordance, est, en somme, aussi satisfaisante qu'on pouvait l'espérer [1]. »

## NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la désignation de deux de ses Membres, qui devront faire partie du Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique pendant l'année scolaire 1894-1895.

MM. **Cornu** et **Sarrau** réunissent la majorité des suffrages.

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. A. **Trillat** adresse une réclamation de priorité, au sujet des procédés de désinfection par les vapeurs de formol.

(Commissaires : MM. Mascart, Schützenberger, Arm. Gautier.)

---

[1] Il en est à peu près de même des dix valeurs expérimentales de $c$, allant de 0,089 à 0,113 pour $N'$ croissant de $-0,926$ à 0,091, contenues dans le Tableau de la page 73 de ce Mémoire d'avril 1893, imprimé en février 1894, Tableau relatif aux nappes sans retenue d'aval, ou auxquelles convient la formule (21) ci-dessus. Les valeurs de $N'$, il est vrai, n'y figurent pas; mais elles se déduisent des rapports $\frac{h}{\mathrm{p}}$ qui y sont donnés (où $h$ désigne la charge et p la hauteur de la crête au-dessus du fond du canal de fuite), au moyen de la formule empirique (1) du Mémoire, qui est (p. 9)

$$N' = 0,60 - 0,58\,\frac{\mathrm{p}}{h}.$$

Les contractions $c$ semblent, toutefois, être un peu moindres dans ce cas que dans celui où l'on élève le niveau d'aval.

M. **Ed. Schneider** adresse un Mémoire intitulé : « Hypothèse cosmogonique atomique ».

(Commissaires : MM. Friedel, Cornu, Poincaré.)

M. **Edw. Pynchon** adresse, de Chicago, une Note relative à l'emploi des explosifs pour la propulsion des aérostats.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

## CORRESPONDANCE.

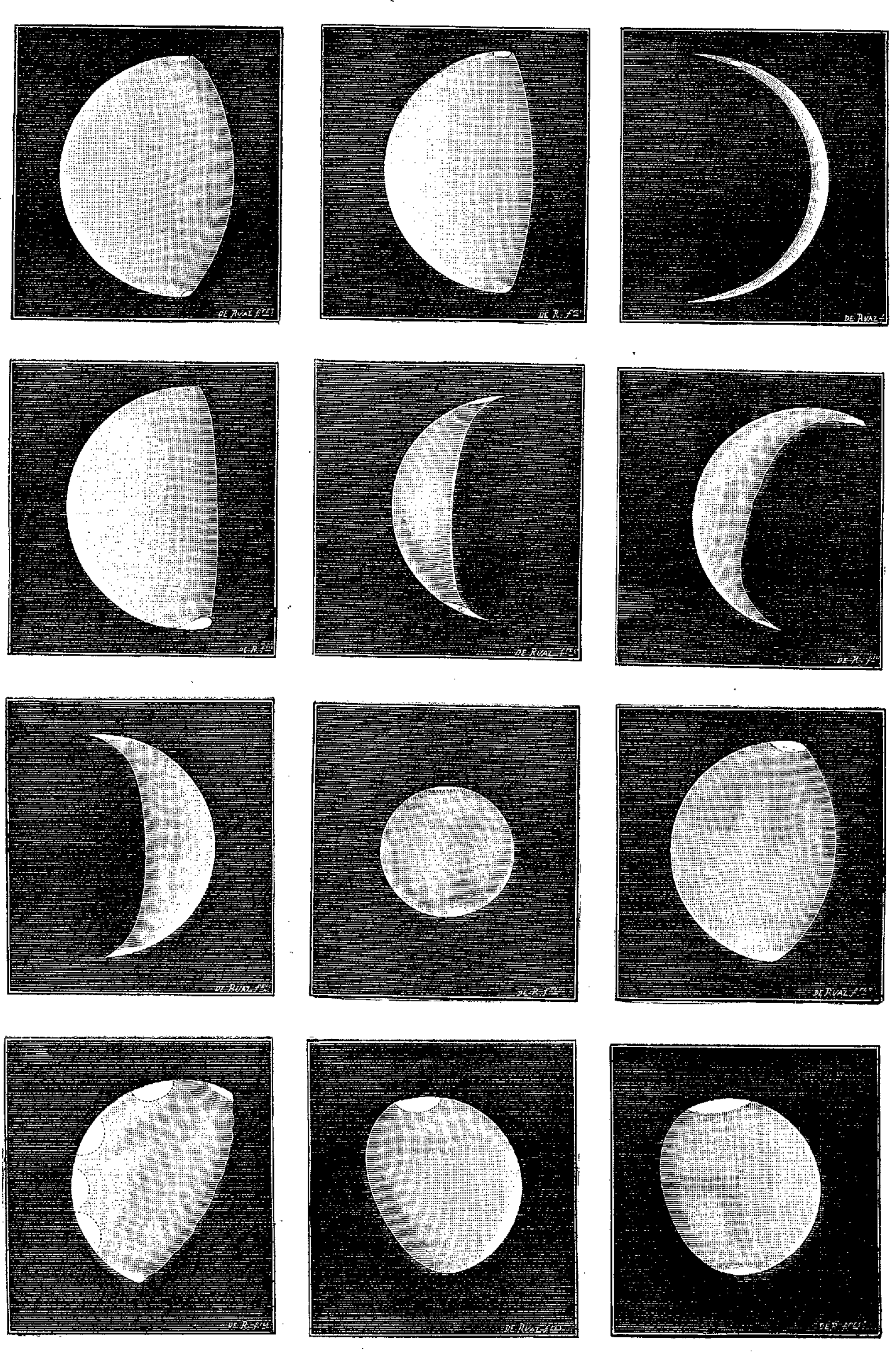
ASTRONOMIE. — *Sur les pôles de rotation de Vénus.* Note de M. **C. Flammarion**, présentée par M. Faye.

« La question de la rotation de Vénus est l'une des plus délicates de l'Astronomie contemporaine; elle est loin d'être résolue, d'habiles observateurs ayant cru pouvoir conclure que la planète présente constamment la même face au Soleil et que, comme il arrive pour la Lune, la durée de rotation égale la durée de révolution (deux cent vingt-cinq jours), tandis que d'autres astronomes, non moins habiles, sont portés à admettre une rotation voisine de vingt-quatre heures.

» L'observation de la planète est d'une extrême difficulté. Quelle que soit la phase, la lumière est toujours si vive, que l'on n'est presque jamais sûr de rien distinguer à sa surface. Il me semble cependant résulter des observations faites à l'observatoire de Juvisy, qu'il y a des neiges polaires sur cette planète comme sur Mars, et que ces neiges sont aussi blanches, mais, moins évidentes, parce que le ton général de Mars est un jaune roux prononcé, parsemé de vastes taches grises, tandis que le ton général du disque de Vénus est un jaune clair, presque blanc, sans taches grises bien foncées.

» De l'ensemble des observations faites depuis huit ans à Juvisy, je détacherai les suivantes, comme particulièrement dignes d'attention. En voici le résumé sommaire : Équatorial de $0^{m},24$, gr. $= 300$ et $400$. Observations faites pendant le jour.

» 11 *juin* 1887. — Diamètre $= 17'',4$. Atmosphère parfaite de transparence. Le ton général de la planète est un jaune laiton clair. Les deux extrémités boréale et australe du disque sont marquées par des taches blanches; l'inférieure est coupée juste par le



terminateur, l'australe est un peu à gauche. Ces deux taches se voient aussi bien à la lunette de 108mm qu'à l'équatorial.

» 17 *juin* 1887. — D = 18″, 2. Les deux calottes polaires se voient bien, la supérieure sensiblement plus grande.

» 14 *décembre* 1890. — D = 58″, 8. Croissant très mince. On remarque vers la corne supérieure un léger bourrelet éblouissant. Les cornes dépassent un peu le demi-diamètre. Comme toujours, pénombre le long du terminateur.

» 10 *avril* 1892. — D = 19″, 2. Ciel d'une pureté remarquable. La tache polaire boréale est bien marquée et semble dépasser le terminateur. Côté gauche inférieur plus clair que le reste de la planète.

» 29 *mai*. — D = 34″, 4. Les deux calottes polaires sont visibles; l'australe est plus petite et moins éclatante que la boréale. La corne australe, très aiguë. Vive lumière vers le pôle boréal, au point indiqué.

» 7 *juin*. — D = 39″, 6. La corne australe est très blanche et élargie : la boréale est pointue et blanche également.

» 23 *août*. — D = 31″, 6. La calotte polaire est bien visible. Limbe oriental très blanc. Corne australe aiguë.

» 13 *juin* 1893. — D = 9″, 8. L'aspect de la planète rappelle un peu celui de Mars. Tache polaire boréale ronde; pôle austral blanchâtre.

» 8 *août*. — D = 11″, 2. Le pôle austral est bien visible, ce qui a été observé, du reste, pendant tout ce mois. Le boréal est incertain. Taches sur le disque.

» 31 *août*. — D = 12″, 4. Les deux pôles sont visibles, surtout l'austral. Taches. Régions blanches le long du bord.

» 27 *juillet* 1894. — D = 12″, 2. Calotte polaire australe neigeuse, analogue à celle de Mars.

» 1er *août*. — D = 12″, 0. Les deux pôles sont visibles, le supérieur d'une blancheur plus étendue et plus confuse. Légères taches.

» Ces dessins donnent une idée sommaire de ce qui a été observé. Les cinq premiers sont de moi, le sixième de M. Schmoll, les deux suivants de M. Quénisset, le neuvième et le dixième de M. L. Guiot, et les deux derniers de M. Antoniadi.

» Si ces blancheurs polaires ne sont pas une illusion, et si elles sont assimilables à des neiges ou à des nuages, leur existence serait inexplicable dans l'hypothèse où la planète tournerait sur elle-même dans le temps de sa circulation. En effet, dans le cas où elle présenterait toujours la même face au Soleil, le maximum du froid serait dans l'hémisphère opposé au Soleil, et le maximum de température vers le centre de l'hémisphère éclairé; toute la circonférence de l'hémisphère éclairé serait dans la même condition climatologique.

» Nous croyons donc pouvoir conclure de ces observations que *la planète Vénus tourne sur elle-même*, et que son axe est peu incliné sur son orbite, puisque les deux calottes polaires sont souvent visibles en même temps. Les observations de taches ne suffisent pas pour déterminer la durée de rotation, mais elles semblent indiquer qu'elle n'est pas très éloignée de vingt-quatre heures. »

HYDRAULIQUE. — *Variation du niveau de l'eau dans un bassin communiquant avec un port à marée.* Note de M. A. de Saint-Germain.

« Il serait bien difficile d'obtenir l'expression rigoureuse, en fonction du temps, de la hauteur de l'eau dans un bassin communiquant, par un orifice de dimensions restreintes, avec la mer ou même avec un port où la marée se fait sentir; mais il est aisé de former des équations qui permettent de calculer cette hauteur, pendant le cours d'une marée, avec l'approximation dont la pratique peut se contenter dans les formules générales, lorsque des perturbations importantes et imprévues peuvent intervenir dans leurs applications. Pour fixer les idées, je supposerai qu'on veuille se rendre compte des conditions de remplissage d'un bassin attenant à un port, et fermé par des portes au bas desquelles sont pratiqués des orifices qu'on peut ouvrir ou fermer au moyen de vannes; les sections horizontales du bassin ont une aire constante $\Omega$; les orifices, d'aire totale $\omega$, seront toujours noyés, et, quand on les ouvrira, le niveau de l'eau dans le port sera au moins aussi élevé que dans le bassin.

» Soient, à l'instant $t$, $u$ et $z$ les cotes, positives ou négatives, au-dessus du niveau moyen de la mer, des surfaces de l'eau dans le port et le bassin; la communication étant établie et $u$ supposé $> z$, le volume $\Omega dz$ de l'eau qui entre dans le bassin pendant le temps $dt$ est, suivant une formule acceptée, égal à $\mu\omega\sqrt{2g(u-z)}$; $\mu$ est un coefficient donné par l'expérience et voisin de 0,8. Si l'on représente $\frac{\omega}{\Omega}\sqrt{2g}$ par $2m$, on aura

$$\left(\frac{dz}{dt}\right)^2 = 4m^2(u-z). \qquad (1)$$

» La hauteur $u$ est une donnée du problème : c'est une fonction périodique et compliquée du temps; pendant le cours d'une marée, je la représenterai au moyen de formules qui ne s'écartent pas sensiblement de la vérité, comme on peut s'en rendre compte par une représentation graphique. Comptant le temps à partir de l'instant où la mer est basse, je désigne par $2\theta$ et par $2\theta'$ les durées du flux et du reflux; j'admettrai que l'on ait

1° De $t=0$ à $t=\theta$.......... $u=at^2-a\theta^2=\varphi_1(t)$,
2° De $t=\theta$ à $t=2\theta$.......... $u=a\theta^2-a(2\theta-t)^2=\varphi_2(t)$,
3° De $t=2\theta$ à $t=2\theta+\theta'$..... $u=a\theta^2-a'(t-2\theta)^2=\varphi_3(t)$,
4° De $t=2\theta+\theta'$ à $t=2\theta+2\theta'$..... $u=a'(2\theta+2\theta'-t)^2-a\theta^2=\varphi_4(t)$;

$a\theta^2$, qui doit être égal à $a'\theta'^2$, représente la hauteur de la marée.

» Pendant la première période, l'équation (1) peut se mettre sous la forme

$$(2)\qquad \left(\frac{dz}{dt}\right)^2 + 4m^2z - 4m^2at^2 + 4m^2a\theta^2 = 0.$$

» Tout d'abord, on aperçoit une intégrale *particulière* intéressante, de la forme $\lambda t^2 - a\theta^2$, $\lambda$ étant une constante déterminée par l'équation

$$\lambda^2 + m^2\lambda - m^2a = 0.$$

» Si l'on pose

$$\alpha_1 = \frac{1}{2}(\sqrt{m^2+4a} - m), \qquad \beta_1 = \frac{1}{2}(\sqrt{m^2+4a} + m),$$

$\lambda$ devra être égal à $m\alpha_1$ ou à $-m\beta_1$ : l'intégrale

$$z = m\alpha_1 t^2 - a\theta^2 = \zeta$$

conviendra au cas où, à l'instant initial, $z$ étant égal à $u$, on lèverait immédiatement les vannes : $m\alpha_1$ est toujours $< a$. Pour avoir l'intégrale générale, désignons $\frac{dz}{dt}$ par $z'$ et différentions l'équation (2) par rapport à $t$ : nous aurons

$$z'\frac{dz'}{dt} + 2m^2z' - 4m^2at = 0,$$

équation homogène dont l'intégrale se met aisément sous la forme

$$(z' - 2m\alpha_1 t)^{\alpha_1}(z' + 2m\beta_1 t)^{\beta_1} = C;$$

remplaçant $z'$ par sa valeur positive tirée de l'équation (2), j'ai l'intégrale de cette même équation, qui, après une simple réduction, devient

$$(3)\qquad \left[\sqrt{\varphi_1(t) - z} - \alpha_1 t\right]^{\alpha_1}\left[\sqrt{\varphi_1(t) - z} + \beta_1 t\right]^{\beta_1} = A_1;$$

$A_1$ est déterminé par les valeurs de $t$ et de $z$ quand on ouvre les orifices.

» Dans la deuxième période, l'équation (1) devient

$$\left(\frac{dz}{dt}\right)^2 + 4m^2z + 4m^2a(2\theta - t)^2 - 4m^2a\theta^2 = 0;$$

on aurait une intégrale particulière analogue à $\zeta$, mais sans intérêt pour la pratique; l'intégrale générale peut se déduire de celle de l'équation (2); elle est

$$(4)\qquad \left[\sqrt{\varphi_2(t) - z} - \alpha_2(2\theta - t)\right]^{\alpha_2} = A_2\left[\sqrt{\varphi_2(t) - z} - \beta_2(2\theta - t)\right]^{\beta_2},$$

en supposant $m^2 > 4a$ et faisant

$$\alpha_2 = \tfrac{1}{2}(m - \sqrt{m^2 - 4a}), \qquad \beta_2 = \tfrac{1}{2}(m + \sqrt{m^2 - 4a}).$$

Pour la troisième et la quatrième période, on a respectivement

$$(5) \quad [\sqrt{\varphi_3(t) - z} + \alpha_3(t - 2\theta)]^{\alpha_3} = A_3[\sqrt{\varphi_3(t) - z} + \beta_3(t - 2\theta)]^{\beta_3},$$

$$(6) \quad [\sqrt{\varphi_4(t) - z} + \alpha_4(2\theta + 2\theta' - t)]^{\alpha_4}[\sqrt{\varphi_4(t) - z} - \beta_4(2\theta + 2\theta' - t)]^{\beta_4} = A_4;$$

$$\binom{\alpha_3}{\beta_3} = \tfrac{1}{2}(m \mp \sqrt{m^2 - 4a'}), \qquad \binom{\alpha_4}{\beta^4} = \tfrac{1}{2}(\sqrt{m^2 + 4a'} \mp m).$$

» Les équations (3), (4), (5), (6) permettent de calculer $z$ à une époque quelconque du flux et de reflux : le calcul sera facilité par ce fait que, généralement, $a$ et $a'$ seront notablement moindres que $m^2$ et, par suite, les $\alpha$ beaucoup plus petits que les $\beta$. Les équations cesseront toutefois d'être vraies quand $z$ sera devenu égal à $u$, ce qui, on le voit *a priori*, ne peut avoir lieu que pendant le reflux : l'instant correspondant est donné par l'une des équations (5), (6) où le radical s'annulera. Dans le cas où l'on supposerait que le bassin se vide au lieu de se remplir, on aurait des formules différentes des précédentes, mais on y arriverait par des considérations analogues. »

ÉLECTRICITÉ. — *Force agissant à la surface de séparation de deux diélectriques*. Note de M. **H. Pellat**, transmise par M. Potier.

« En définissant une quantité d'électricité expérimentalement (balance de Coulomb, cylindre de Faraday), les lois de Coulomb ne sont plus applicables quand plusieurs diélectriques de nature différente existent dans le champ. Nous nous proposons de montrer dans un prochain Mémoire comment on peut établir, dans ce cas, toutes les relations connues de l'électrostatique, sans faire usage de la notion de force agissant à distance et sans faire d'hypothèses; nous y établirons, en particulier, les relations dont nous allons nous servir dans cette Note.

» Avec les notations habituelles, on a pour l'énergie électrique W d'un condensateur : $W = \frac{1}{2} MV = \frac{1}{2} \frac{M^2}{C}$. Isolons les armatures, et déformons infiniment peu le condensateur; on a, puisque M est constant, $dW = -\frac{1}{2} \frac{M^2}{C^2} dC = -\frac{1}{2} V^2 dC$. Dans ces conditions la variation d'énergie

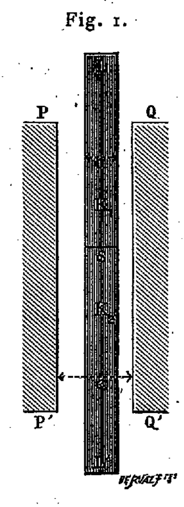
électrique est égale au travail des forces extérieures équilibrant les forces électriques; le travail $dT$ des forces électriques est donc donné par

$$(1)\qquad dT = -dW = \frac{1}{2}V^2 dC.$$

» Supposons, en particulier, que la déformation consiste uniquement dans le déplacement linéaire $da$ d'une portion A du condensateur; en désignant par F la projection sur la direction du déplacement des forces électriques agissant sur A, on a $dT = F\,da$; d'où, d'après (1),

$$(2)\qquad F = \frac{1}{2}V^2\frac{dC}{da}.$$

Fig. 1.




PP' et QQ' armatures rectangulaires planes et parallèles à une distance $e$; les côtés PP' et QQ' étant verticaux de longueur $b'$ et les côtés horizontaux ayant une longueur $b$, $b$ et $b'$ étant infiniment grands vis-à-vis de $e$; LL' lame diélectrique à faces planes et parallèles aux armatures, d'épaisseur $c$, débordant assez les armatures pour que ses bords soient en dehors du champ; elle est constituée par deux diélectriques de pouvoirs inducteurs spécifiques $K_1$ et $K_2$ séparés par une section droite horizontale S, les armatures et la lame sont baignées par un diélectrique de pouvoir inducteur spécifique K'.

» Appliquons cette relation au condensateur représenté par la figure, décrit dans la légende et dont les diélectriques seront supposés non électrisés. Soulevons de $da$ la lame LL', et calculons $dC$. Remarquons, pour cela, qu'entre les armatures loin de S les lignes de forces sont des droites normales aux armatures et qu'en suivant l'une d'elles, on a

$$(3)\qquad \varphi' K' = \varphi K,\qquad \varphi'(e-c) + \varphi c = V,\qquad \frac{4\pi\mu'}{K'} = \varphi' = \frac{KV}{(e-c)K + cK'},$$

en désignant par $\varphi'$ et $\varphi$ les intensités du champ dans le diélectrique K′ et dans la lame LL′ de pouvoir inducteur spécifique K, et par $\mu'$ la densité sur les armatures ($\mu'$ est égal à $\mu'_1$ ou à $\mu'_2$, suivant que K est égal à $K_1$ ou à $K_2$). En soulevant la lame LL′, on fait varier la charge de

$$V\,dC = (\mu'_2 - \mu'_1)\,b\,da;$$

d'où, d'après (2) et (3),

$$(4)\quad F = \frac{1}{2}V^2\frac{(\mu'_2-\mu'_1)b}{V} = \frac{bK'V^2}{8\pi}\left[\frac{K_2}{(e-c)K_2+cK'} - \frac{K_1}{(e-c)K_1+cK'}\right].$$

» Un déplacement horizontal de la lame donnant $\frac{dC}{da} = 0$, la force qui agit sur elle n'a pas de composante horizontale. Cette force verticale F pousse l'ensemble des deux diélectriques qui constituent la lame dans le sens de la pesanteur ou en sens inverse, suivant que F est négatif ou positif.

» Dans le cas particulier où $c = e$, les lignes de forces sont des droites normales aux armatures, même dans le voisinage de S, et partout le champ a pour intensité $\varphi = \frac{V}{e}$; la relation (4) peut alors s'écrire

$$(5)\qquad F = \frac{bc\varphi^2}{8\pi}(K_2 - K_1).$$

» Cette force ne dépendant que des propriétés du champ et des diélectriques à la surface de séparation S ne peut avoir son siège qu'à cette surface, à l'étendue de laquelle elle est proportionnelle : dans ce cas, elle est normale aux lignes de forces. Nous avons vérifié, par expérience, l'existence de cette force et l'exactitude de la relation (5) (1).

» Comme nous le montrerons dans le Mémoire annoncé plus haut, on peut, par une marche tout à fait analogue, trouver la valeur de la force qui agit à la surface de séparation de deux diélectriques dant le cas général : *la force est normale à la surface de séparation, et dans le sens où le pouvoir inducteur spécifique diminue;* sa valeur $f$, par unité de surface, est donnée

---

(1) Nous ferons connaître, dans une prochaine Note, la disposition employée pour cette expérience.

M. Quincke (*Wiedemann Annalen,* t. XIX, p. 705, 1883; t. XXVIII, p. 529, 1886; t. XXXII, p. 530, 1887), en vue de vérifier la théorie de Maxwell, a, le premier, mis en évidence l'existence de ces forces normales aux lignes de forces par une expérience très intéressante, mais un peu complexe.

par

$$f = \frac{K_1 \varphi_1^2 \cos 2\alpha_1}{8\pi} - \frac{K_2 \varphi_2^2 \cos 2\alpha_2}{8\pi}, \quad (6)$$

$\alpha_1$ et $\alpha_2$ étant les angles entre la normale et la direction du champ, $\varphi_1$ et $\varphi_2$ les intensités du champ, de part et d'autre de la surface de séparation. Ce résultat, obtenu sans faire d'hypothèse, est identique à celui qu'on peut déduire des hypothèses de Maxwell.

» Les relations (4), (5) ou (6) se prêtent à de nombreuses vérifications expérimentales, dont quelques-unes sont en cours d'exécution. »

PHYSIQUE. — *Recherches expérimentales sur le point de congélation des différents mélanges d'alcool et d'eau;* par M. Raoul Pictet.

« Les expériences faites sur la cristallisation de substances mélangées liquides nous ont prouvé que les lois physiques de ces phénomènes sont fort complexes.

» Les attractions moléculaires de groupes d'atomes, pour former les cristaux, sont souvent en lutte avec l'*affinité* qui réunit quelques éléments de ces molécules elles-mêmes, et l'on assiste, au moment de la cristallisation, à une somme d'actions et de réactions intérieures, dont la valeur intégrée seule est connue par le calorimètre.

» Nous avons entrepris de démêler ces phénomènes concomitants ou successifs, en nous servant de séries méthodiquement formées de *mélanges divers*, et de fixer les variations du point de cristallisation de ces mélanges, suivant les proportions de tel ou tel constituant. En même temps, nous analysons, par les procédés chimiques, le cristal formé et l'eau mère dont on le retire. Les résultats expérimentaux sont traduits par des courbes qui révèlent assez exactement ce qui se passe.

» Nous avons commencé ces recherches, il y a bien des années, par les solutions de *sucrate de strontiane*, dont la décomposition par cristallisation a donné lieu à une grande exploitation industrielle; nous reprenons maintenant ce sujet pour en fixer tous les termes le plus exactement possible et généraliser la loi de ces phénomènes qui ont passé si longtemps pour exceptionnels. Nous parlerons ici spécialement des mélanges d'*alcool éthylique* et d'eau, et de la cristallisation de ces mélanges progressifs.

» Nous avons fait *quatre séries* d'expériences indépendantes, à peu près sur le même modèle que pour l'*acide sulfurique*.

» *Première série.* — Nous prenons de l'alcool éthylique par *cent degrés centésimaux.* Nous ajoutons successivement 1, puis 2, puis 3 molécules d'eau à la molécule d'alcool, et ainsi de suite jusqu'à l'eau pure. Pour chaque hydrate *bien défini synthétiquement,* nous déterminons le point de cristallisation.

» *Deuxième série.* — Nous partons de l'*eau pure* et pour chaque molécule d'eau nous ajoutons 1, puis 2, puis 3, etc. d'alcool éthylique pur. Nous formons ainsi des *éthylates d'eau* dont on fixe expérimentalement le point de congélation.

» *Troisième série.* — Partant de l'*alcool pur,* nous ajoutons progressivement 1 pour 100, puis 2 pour 100, etc. d'eau, jusqu'à l'eau pure.

» *Quatrième série.* — Cette dernière série est identique à la troisième série, en changeant l'ordre des termes; nous commençons par l'*eau pure* pour finir par l'alcool pur.

» Ces quatre courbes se superposent, mais chaque point trouvé expérimentalement a un intérêt spécial, car il répond à un paramètre ayant une valeur propre.

» Nous donnons, dans la Planche ci-jointe, la courbe de la série 1, allant du mélange composé de 1 molécule d'alcool et de 1 molécule d'eau, au mélange final ayant 1 molécule d'alcool et 100 molécules d'eau. Cette courbe est marquée AAA sur la Planche.

» Nous y avons joint la courbe de la série 4, commençant par l'eau pure et allant jusqu'à 80 pour 100 d'alcool.

» La courbe intermédiaire entre l'alcool pur et 80 pour 100, ainsi que celle qui passe de 1 molécule d'alcool pur au premier hydrate inscrit sur la courbe A, fait encore l'objet de recherches expérimentales assez complexes, vu les très basses températures nécessaires.

» Dans toutes ces déterminations, l'alcool chimiquement pur est mélangé à l'eau dans une grande éprouvette en verre. On agite constamment le liquide avec un agitateur spécial de verre, dont la tige traverse le bouchon de l'éprouvette. Dès que les cristaux se voient, on fait une première lecture, on laisse la moitié des cristaux formés *se fondre* et, tout en agitant, on fait une deuxième lecture; puis, laissant fonctionner à nouveau les machines frigorifiques, on voit la congélation reprendre : troisième lecture. La moyenne de toutes ces lectures est adoptée.

» Les cristaux ont généralement l'apparence de fines lamelles, flottant dans le mélange agité.

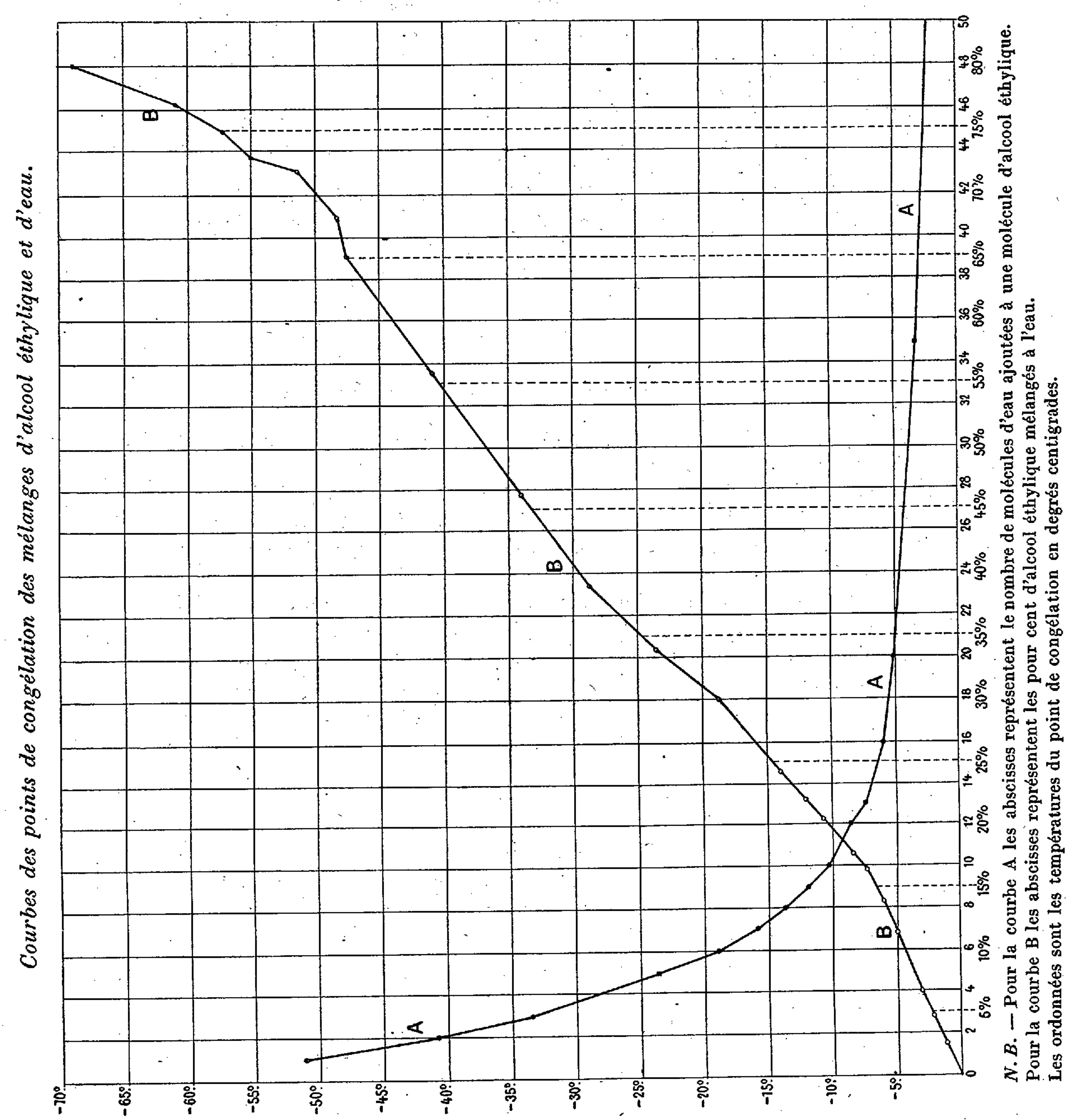
» En suivant scrupuleusement les règles trouvées pour la cristallisation à basse température (1), nous obtenons une grande exactitude dans la marche des expériences et, dans les séries, une constance très satisfaisante des résultats.

» *Discussion de la courbe* A. — On voit que cette courbe rappelle une hyperbole équilatère rapportée à ses asymptotes. L'introduction de l'eau, molécule par molécule, provoque, pour les points de congélation de ces divers hydrates, un déplacement qui peut s'exprimer par la formule

$$xy = \text{const. (formule approchée).}$$

(1) *Comptes rendus* de la séance du 1er octobre 1894.

» La régularité de la courbe montre bien ici une loi d'ensemble sur la cristallisation des hydrates d'alcool.




*Courbes des points de congélation des mélanges d'alcool éthylique et d'eau.*

*N. B.* — Pour la courbe A les abscisses représentent le nombre de molécules d'eau ajoutées à une molécule d'alcool éthylique. Pour la courbe B les abscisses représentent les pour cent d'alcool éthylique mélangés à l'eau. Les ordonnées sont les températures du point de congélation en degrés centigrades.

» *Discussion de la courbe* B. — La courbe B s'établit sur un bien plus

grand nombre d'observations, espacées régulièrement de centième en centième. Il n'est donc pas étonnant d'y rencontrer des renseignements plus précis sur la marche progressive des phénomènes de changement d'état.

» On voit d'abord que de l'origine, eau pure, jusqu'aux mélanges contenant 6,8 pour 100 d'alcool, la courbe est sensiblement une droite ; nous pouvons comparer ces mélanges aux solutions salines, et en conclure, avec assez de probabilité, que l'alcool, dans ces dilutions étendues, ne forme pas d'hydrate défini, mais reste en *véritable solution aqueuse*.

» De 6,8 pour 100 à 14,4 pour 100, l'abaissement du point de congélation n'est plus proportionnel aux degrés de concentration; tandis que, de 16,4 pour 100 à 30 pour 100, la courbe reprend, à peu de chose près, la forme d'une droite *ne passant plus par l'origine*. On peut donc considérer le liquide à ce degré de concentration comme la dissolution d'un hydrate d'alcool dans l'eau.

» De 30 pour 100 à 39 pour 100, l'irrégularité recommence à se faire sentir, et l'on peut admettre que, de 39 pour 100 à 65 pour 100, il y a, de nouveau, dissolution d'un hydrate défini dans l'eau.

» De 65 pour 100 à 80 pour 100, la courbe fait un crochet bien marqué, dont il est impossible de fixer la signification chimique.

» Nous avons observé que si l'on fait cristalliser, *sans agitation*, une solution plus riche que celle qui correspond à la formule alcool : $+ 7H^2O$, il se forme toujours de beaux cristaux hexagonaux, dont la régularité est surprenante. Dans les solutions plus pauvres en alcool, cette cristallisation ne se forme pas [1].

*Points de cristallisation de quelques hydrates d'alcool.*

| Hydrates d'alcool éthylique. | Poids spécifique. | Pour cent d'alcool. | Point de cristallisation. |
|---|---|---|---|
| Alcool + $H^2O$ ...... | 0,8671 | 71,9 | $-51°,3$ |
| » + $2H^2O$ ...... | 0,9047 | 56,1 | $-41,0$ |
| » + $3H^2O$ ...... | 0,9270 | 46,3 | $-33,9$ |
| » + $4H^2O$ ...... | 0,9417 | 39,0 | $-28,7$ |
| » + $5H^2O$ ...... | 0,9512 | 33,8 | $-23,6$ |
| » + $6H^2O$ ...... | 0,9578 | 29,9 | $-18,9$ |
| » + $7H^2O$ ...... | 0,9627 | 26,7 | $-16,0$ |
| » + $8H^2O$ ...... | 0,9662 | 24,2 | $-14,0$ |

(1) Ce travail a été fait, presqu'en totalité, par mon assistant, le docteur russe Altschul.

| Hydrates d'alcool éthylique. | Poids spécifique. | Pour cent d'alcool. | Point de cristallisation. |
|---|---|---|---|
| Alcool + $9H^2O$ ...... | 0,9689 | 22,1 | — 12,2 |
| » + $10H^2O$ ...... | 0,9712 | 20,3 | — 10,6 |
| » + $11H^2O$ ...... | 0,9732 | 18,8 | — 9,4 |
| » + $12H^2O$ ...... | 0,9747 | 17,5 | — 8,7 |
| » + $13H^2O$ ...... | 0,9761 | 16,4 | — 7,5 |
| » + $16H^2O$ ...... | 0,9793 | 13,8 | — 6,1 |
| » + $20H^2O$ ...... | 0,9824 | 11,3 | — 5,0 |
| » + $35H^2O$ ...... | 0,9870 | 6,8 | — 3,0 |
| » + $50H^2O$ ...... | 0,9916 | 4,8 | — 2,0 |
| » + $100H^2O$ ...... | 0,9962 | 2,5 | — 1,0 |

CHIMIE MINÉRALE. — *Étude des combinaisons de l'anhydride fluorhydrique avec l'eau.* Note de M. **R. Metzner**, présentée par M. Henri Moissan.

« On sait que l'acide fluorhydrique anhydre a été refroidi par Gore à 35° au-dessous de zéro, sans présenter trace de solidification. Quant à l'acide hydraté, Gay-Lussac et Thenard l'ont refroidi à — 20° sans pouvoir en séparer l'hydrate cristallisé. Dans le but d'obtenir ces hydrates, j'ai été amené à examiner comment se comporte l'acide fluorhydrique à divers degrés de concentration, quand on le soumet au refroidissement.

» L'acide anhydre ne se congèle pas à — 70°, dans le mélange d'acide carbonique solide et d'éther; si l'on ajoute de l'eau, de manière à avoir une liqueur contenant 70 pour 100 d'acide anhydre, on constate qu'elle résiste également au froid de — 70°; mais si, par des additions d'eau successives, on arrive à l'acide pur du commerce (celui que nous avons employé contenait 43,4 pour 100 d'acide anhydre), on s'aperçoit que, vers — 45°, il commence à se former, au fond du vase de platine dans lequel on opère, de petites masses dures opalines, dont le volume augmente lentement et qui envahissent graduellement tout le liquide : ce fait semble indiquer l'existence d'un ou de plusieurs hydrates d'acide fluorhydrique.

» Si, dans l'acide à 70 pour 100, refroidi vers — 70°, on laisse tomber un peu de la masse solide précédente, celle-ci descend au fond et se dissout rapidement : la matière ne se congèle pas.

» Avec un acide à 55 pour 100, refroidi lentement jusque vers — 45°, on voit le creuset se recouvrir d'une masse cristallisée transparente, tandis qu'à la surface flottent des parcelles cristallines qui s'accroissent et ne tardent pas à constituer des houppes très belles, formées de petits cristaux

prismatiques tronqués au sommet; elles tombent au fond du liquide quand leur poids est devenu suffisant, mais le liquide ne se solidifie pas en entier : au bout d'un quart d'heure il reste encore du liquide non congelé, et l'on peut alors extraire les cristaux et les sécher entre des plaques de mousse de platine préalablement refroidies à — 50°. On détermine leur composition, en les faisant tomber dans un poids connu d'eau et dosant le fluor par les méthodes connues. On reconnaît ainsi qu'ils contiennent exactement 52,3 pour 100 d'acide anhydre, ce qui correspond à la formule $HFl, H^2O$.

» Cet hydrate est d'ailleurs caractérisé par son point de fusion : si, en effet, on place un thermomètre paraffiné au milieu de la matière solide et qu'on laisse la fusion se faire tranquillement, la température se maintient à — 35° avec une fixité remarquable, pendant tout le temps que dure le changement d'état.

» Les cristaux fument à l'air; ils sont très solubles dans l'acide concentré et froid, ce qui explique comment il n'est pas possible de les préparer avec cet acide.

» Leur densité n'a pas été mesurée; mais, comme nous l'avons dit, les cristaux déposés dans de l'acide concentré gagnent le fond du liquide; ils sont donc plus lourds. Il en est encore de même quand on les dépose dans de l'acide du commerce, qui correspond à peu près à $HFl, 2H^2O$, et dont la densité est 1,15 : leur densité est, par suite, supérieure à ce nombre.

» Remarquons, en passant, que celle de l'acide anhydre étant 0,988, les mélanges d'eau et d'acide fluorhydrique présentent un maximum de contraction, auquel correspond peut-être l'hydrate à une molécule d'eau.

» L'hydrate fondant à — 35° est encore solide à cette température; cependant il ne se sépare pas des liqueurs mères, dans lesquelles il reste en sursaturation jusqu'à une température bien inférieure : si, en effet, après avoir refroidi vers — 60° un liquide contenant 70 pour 100 d'acide anhydre, on lui ajoute de l'eau goutte à goutte, en agitant de manière à éviter que la température ne s'élève, on ne voit rien se former tout d'abord; mais, à un moment donné, la dernière goutte d'eau ajoutée donne naissance à quelques cristaux, et ceux-ci provoquent la cristallisation de proche en proche, si bien qu'on voit se former une quantité de houppes, qui deviennent encore plus nombreuses quand on agite le liquide pour favoriser son contact avec les cristaux déjà formés. Il y a là un phénomène bien net de sursaturation de l'hydrate; d'ailleurs, quand on refroidit de l'acide du commerce, on peut l'amener à — 45° sans déterminer la soli-

dification, qui se produit brusquement par l'introduction d'un cristal.

» En s'appuyant sur les résultats que donnent les acides chlorhydrique et bromhydrique, on admet en général l'existence d'un autre hydrate d'acide fluorhydrique, correspondant à $HFl.2H^2O$ : quand on distille des solutions plus concentrées ou plus étendues, l'une perd de l'acide anhydre, la seconde de l'eau et, finalement, le liquide qui distille offre une composition que la formule précédente représente sensiblement.

» J'ai essayé de préparer ce second hydrate en refroidissant l'acide du commerce, dont la composition est très voisine de la sienne; il se forme, au fond du vase, de petites masses opalines qui se développent peu à peu de manière à envahir tout le liquide, et celui-ci se transforme bientôt en une masse solide qui adhère fortement aux parois du creuset de platine; on peut dépouiller cette matière de son eau mère, en l'écrasant sur du papier filtré qu'elle attaque peu, refroidi à $-50^\circ$. L'analyse montre que sa composition est peu différente de celle du liquide qui lui a donné naissance : avec l'acide à 43,4 par exemple, j'ai trouvé dans la masse solide 43,1 d'acide anhydre. Cette matière ne présente pas trace de cristallisation; elle ne fond pas à une température constante; tout porte à penser qu'elle est constituée par de l'hydrate à une molécule d'eau, empâté dans de la glace et formant une masse opaline plus ou moins homogène.

» En se servant de liqueurs contenant une moindre proportion d'anhydride, on obtient, par refroidissement, des masses butyreuses ayant la composition du liquide qui leur a donné naissance, mais n'ayant ni forme cristalline propre, ni point de fusion défini.

» Je crois pouvoir conclure, de l'ensemble de ces recherches, que l'acide fluorhydrique ne forme, dans les conditions de mes expériences, que l'hydrate à une molécule d'eau $HFl.H^2O$ (1). »

THERMOCHIMIE. — *Recherches sur les sulfates mercuriques.* Note de M. **Raoul Varet**.

« J'ai poursuivi mes recherches sur les sels de mercure, en déterminant les principales données thermochimiques relatives au sulfate neutre de mercure, ainsi que les données concernant le sulfate tribasique qui prend naissance dans l'action de l'eau sur ce sel, et les réactions qui en détermi-

(1) Travail fait à la Sorbonne, au laboratoire de M. Alfred Ditte.

nent la formation. Ce sont les résultats obtenus au cours de cette étude que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie.

» I. *Sulfate neutre.* — A. J'ai mesuré la chaleur de dissolution du sulfate de mercure très pur dans l'acide sulfurique; j'ai trouvé que :

$4SO^4H^2$(1 mol. = $2^{lit}$) + $HgSO^4$ sol. dégage vers 16°,5 ................ $+4^{Cal},35$
$4SO^4H^2$(1 mol. = $4^{lit}$) + $HgSO^4$ » » 14°,0 ................ $+4^{Cal},90$

» B. J'ai mesuré la chaleur de neutralisation de l'acide sulfurique étendu par l'oxyde de mercure, par la méthode rigoureuse des doubles décompositions réciproques qui conduit en outre à des notions intéressantes sur les déplacements réciproques entre les acides sulfurique, chlorhydrique et cyanhydrique combinés au mercure.

1. { $SO^4Hg$ sol. + 2HCl(1 mol. = $5^{lit}$) dégage vers 16° ................ +16,4
   { $SO^4H^2$ ét. + $HgCl^2$ ét. » » ................ + 0,08
On a d'ailleurs, d'après M. Berthelot, HgO préc. + 2HCl ét. dégage ...... +18,90
D'où l'on tire HgO préc. + $SO^4H^2$ ét. = HgSO sol. + $H^2O^4$ liq ........... + 2,58

2. { $SO^4Hg$ sol. + 2HCy (1 mol. = $5^{lit}$) dégage vers 15° ................ +28,25
   { $SO^4H^2$ ét. + $HgCy^2$ ét. ........................................ + 0,02
On a, d'après M. Berthelot, HgO préc. + 2HCy ét. ....................... +31,0
D'où l'on conclut HgO préc. + $SO^4H^2$ ét. = $HgSO^4$ sol. + $H^2O$ liq. dégage. + 2,77

3. { $SO^4Hg$ diss. dans $4SO^4H^2$(1 mol. = $4^{lit}$) + 2NaCl(1 mol. = $6^{lit}$) » . +13,40
   { $HgCl^2$(1 mol. = $8^{lit}$) + $4SO^4H^2$(1 mol. = $4^{lit}$) + $Na^2SO^4$(1 mol. $4^{lit}$) abs. − 1,61
   { $HgSO^4$ sol. + $4SO^4H^2$(1 mol. = $4^{lit}$) dégage ...................... + 4,90
d'où l'on déduit HgO préc. + $SO^4H^2$ ét. = $HgSO^4$ sol. + $H^2O$ liq. dégage . + 2,6

» D'autres expériences (que je donnerai dans un Mémoire plus étendu) m'ont fourni les nombres $2^{Cal},59$; $2^{Cal},58$; $2^{Cal},60$; j'adopterai $2^{Cal},6$ comme moyenne générale.

» Ce nombre $+2^{Cal},6$ peut paraître faible à première vue, cependant il ne s'écarte guère de la chaleur de formation du sulfate de zinc anhydre calculée de la même manière $+5^{Cal},0$; moins encore de celle du sulfate de cuivre anhydre $+3^{Cal},4$. La différence entre ces sels résulte surtout de la diversité dans l'action qu'ils éprouvent de la part de l'eau, les uns s'unissant de préférence à l'oxyde d'hydrogène pour former de nouveaux composés stables, tandis que l'autre se combine avec un excès d'oxyde de mercure.

» En résumé, on a

| | | |
|---|---|---|
| HgO précipité + $SO^4H^2$ étendu = $HgSO^4$ sol. + $H^2O$ liq., | dégage vers 15°... | Cal + 2,6 |
| HgO précip. + $SO^4H^2$ pur et liq. = $HgSO^4$ sol. + $H^2O$ liq., | » ... | + 19,6 |
| HgO précipité + $SO^3$ solide = $HgSO^4$ solide | » ... | + 40,1 |
| Hg liquide + S solide + $O^4$ gaz = $HgSO^4$ solide | » ... | +166,1 |

» II. *Sulfate tribasique* $SO^3.3HgO$. — A. J'ai trouvé, pour la chaleur de dissolution de ce sel dans l'acide sulfurique,

$SO^3.3HgO$ solide + $25SO^4H^2$(1 molécule = $2^{lit}$) dégage ................. $+9^{Cal},1$

» B. J'ai employé deux procédés pour déterminer la chaleur de formation de ce composé,

1. $\left\{ \begin{array}{l} SO^3.3HgO \text{ sol.} + 6HCl \text{ ét.} = 3HgCl^2 \text{ diss.} + SO^4H^2 \text{ dégage vers } 16^o. \quad +43^{Cal},4 \\ 3HgCl^2 \text{ étendu} + SO^4H^2 \text{ étendu} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +0^{Cal},03 \end{array} \right.$

» Sachant que 3HgO précipité + 6HCl étendu dégage $56^{Cal},7$, on en déduit

$3HgO$ précip. + $SO^4H^2$ ét. = $3HgOSO^3$ sol. + $H^2O$ liq., dégage..... $+13^{Cal},36$

2. $\left\{ \begin{array}{l} SO^3.3HgO \text{ sol.} + 6HCy \text{ ét.} = 3HgCy^2 \text{ diss.} + SO^4H^2 \text{ dégage vers } 15^o.. \quad +79,60 \\ 3HgCy^2 \text{ étendu} + SO^4H^2 \text{ étendu} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +0,00 \end{array} \right.$

» On a aussi 3HgO précipité + 6HCy étendu dégage $93^{Cal},0$. D'où l'on conclut

$3HgO$ précipité + $SO^4H^2$ étendu = $3HgOSO^3$ sol. + $H^2O$ liq., dégage... $+13^{Cal},40$

» De ces nombres, on déduit

$3HgO$ précipité + $SO^4H^2$ étendu = $3HgOSO^3$ sol. + $H^2O$ liq., dégage... $+13^{Cal},38$
$HgOSO^3$ solide + $2HgO$ précipité = $3HgO.SO^3$ solide ................ $+10^{Cal},78$

» III. *Action de l'eau sur le sulfate neutre de mercure.* — J'ai examiné l'action d'un grand excès d'eau sur le sulfate neutre et j'ai trouvé que

$HgOSO^3 + 10^{lit}$ eau
$= \frac{1}{7}HgSO^4$ diss. + $\frac{4}{7}SO^4H^2$ diss. + $\frac{2}{7}(3HgO.SO^3)$ précip. dégage....... $+2^{Cal},38$

» Le calcul indique $2^{Cal},29$. La transformation totale d'une molécule de sulfate neutre en sulfate tribasique et acide sulfurique étendu dégagerait $1^{Cal},85$, et la redissolution du sel basique ainsi formé $\frac{1}{3}(3HgO.SO^3)$ dans une quantité suffisante d'acide, c'est-à-dire dans un excès, dégage $3^{Cal},0$. On remarquera d'abord que la formation d'un sulfate acide de mercure, contrairement à ce qui arrive avec les sulfates alcalins dissous, dégage de la chaleur. Le maximum thermique correspondra à la formation d'une liqueur sulfurique saturée de sulfate tribasique; c'est ce que M. Ditte a observé directement. Je n'insiste pas sur ces faits, que je développerai plus longuement dans mon Mémoire.

» *Conclusions.* — I. J'ai mesuré la chaleur de formation, jusqu'ici inconnue, du sulfate de mercure.

» II. Dans l'action de l'eau sur le sulfate de mercure, de toutes les réactions possibles, c'est celle qui dégage le plus de chaleur qui se produit. Ce qui explique pourquoi ce sel est décomposé par l'eau en acide libre et sel basique, réaction exothermique, tandis qu'elle serait endothermique avec les sels alcalins ou métalliques que l'eau ne décompose pas.

» III. Tandis que l'acide sulfurique, opposé à l'acide cyanhydrique vis-à-vis de la potasse, le déplace dans la dissolution même et sans précipitation, avec un dégagement de chaleur de $+25^{Cal},4$ qui répond à la prépondérance thermique du premier acide vis-à-vis de cette base, au contraire,

vis-à-vis de l'oxyde de mercure, c'est l'acide cyanhydrique, même très étendu, qui déplace complètement l'acide sulfurique, avec mise en liberté de $23^{Cal},5$. Ce renversement des réactions ordinaires, entre l'acide cyanhydrique et l'acide sulfurique, est précisément le même que celui qui existe entre l'acide cyanhydrique et l'acide chlorhydrique; il s'explique de la même manière, par la prépondérance thermique de l'acide cyanhydrique.

» IV. L'acide sulfurique est également déplacé, d'une manière complète ou sensiblement, par l'acide chlorhydrique dans le sulfate de mercure. Et ce phénomène s'explique de la même manière.

» Toutes ces réactions inverses des phénomènes ordinaires sont des conséquences du principe du travail maximum et en fournissent de nombreuses et remarquables confirmations. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Le vermillon d'antimoine n'est pas un oxysulfure.* Note de M. **H. Baubigny**, présentée par M. Troost.

« C'est en 1842 qu'Himly a proposé l'emploi de l'hyposulfite de soude pour précipiter les oxydes métalliques de leurs solutions. Il considérait le produit comme un sulfure. Plus tard, Strohl, d'après une analyse erronée, a énoncé le premier que le vermillon d'antimoine obtenu par l'action d'un hyposulfite alcalin sur le trichlorure était un oxysulfure $Sb^2O^3, Sb^2S^3$.

» Cette opinion prévaut encore, malgré les objections de Pettenkofer, qui reconnaît la présence d'oxychlorure dans le corps préparé suivant la méthode de Strohl, et celles de Mathieu-Plessy, puis de Rieckher, qui tous deux, par la seule comparaison du sulfure ordinaire et du vermillon, conclurent à l'identité des deux corps.

» Cela est dû à ce que Wagner ayant étudié ultérieurement la composition d'un produit préparé par lui à l'aide de l'émétique et l'ayant trouvée identique à celle de la kermésite, minéral analysé par Rose en 1825, son analyse fit foi, surtout devant son affirmation que le corps était exempt de tout oxyde d'antimoine, à l'état de simple mélange. Pettenkofer, Mathieu-Plessy et Rieckher n'avaient en effet donné aucune sanction analytique à leurs conclusions. A la formule donnée par Strohl, Wagner substitua seulement celle $Sb^2OS^2$ trouvée par lui.

» Aussi la Note d'Akermann, la dernière en date, n'eut-elle pas d'écho, quoiqu'il avançât encore que, si on enlevait au vermillon les produits basi-

ques d'antimoine par l'acide chlorhydrique faible et froid, dans tous les cas, il restait du sulfure $Sb^2S^3$ pur.

» Il en est donc aujourd'hui du vermillon d'antimoine comme il en était il y a quelques années pour le kermès artificiel, au sujet duquel régnaient deux opinions : celle de Liebig qui le considérait comme un oxysulfure également, et celle de Berzélius définitivement admise depuis les travaux de H. Rose, qui a prouvé qu'il est formé par un mélange de sulfure amorphe $Sb^2S^3$, d'un peu de sulfosel alcalin, avec des quantités variables d'oxyde d'antimoine cristallisé $Sb^2O^3$, nettement visible au microscope. Rose a en effet montré qu'on peut préparer du kermès exempt d'oxygène et d'aspect très homogène, en employant une quantité relativement grande de carbonate alcalin et capable ainsi de retenir en solution froide tout l'oxyde d'antimoine dissous dans la liqueur chaude.

» Comme on le voit, les deux questions présentent une certaine similitude, et l'étude du vermillon méritait d'être reprise.

» Revenons à l'expérience de Strohl. Je ferai remarquer d'abord qu'il opérait dans des conditions telles, qu'il se formait toujours en premier lieu un précipité d'oxychlorure, ne se modifiant et ne se colorant à froid qu'après quelques heures. Afin d'éviter cette circonstance, défectueuse sans conteste pour obtenir du vermillon pur, j'ai augmenté considérablement la proportion d'hyposulfite, et effectué au préalable la dissolution du chlorure d'antimoine dans l'eau acidulée par l'acide chlorhydrique.

» Le mélange des deux liquides, parfaitement limpide et transparent, à l'origine, se colore alors en quelques instants, même à froid, et la réaction se continue peu à peu, avec dépôt d'une substance d'un rouge carmin. A chaud, elle se produit de suite et se termine plus rapidement. Cependant, le produit contenait encore des quantités trop considérables d'oxychlorure, surtout celui de l'opération faite à froid où le chlorure basique formait de grosses paillettes cristallines incolores, pour juger l'analyse opportune.

» J'ai alors cherché à éviter la séparation du sous-sel, en augmentant l'acidité de la solution d'antimoine, et en employant des liqueurs plus concentrées. En outre, instruit par l'expérience précédente qui m'avait prouvé qu'il était préférable de hâter la réaction, le mélange fut chauffé de suite à 70°. Le vermillon formé, le liquide fut filtré chaud, le précipité essoré sous presse aussi parfaitement que possible, et finalement lavé à l'eau chaude, pour enlever tous les produits solubles. Le résultat, quoique meilleur, fut encore imparfait, car le produit, traité par une solution froide d'acide tartrique à 7 pour 100, perdit 11,6 pour 100 de son poids; et par les dosages de chlore et d'antimoine du composé dissous il me fut aisé d'y prouver la présence de l'oxychlorure $Sb^2O^3$, $Sb^2O^2Cl^2$, terme ultime de décomposition par les lavages à l'eau chaude des chlorures basiques.

» Avec le chlorure d'antimoine, le vermillon ne pouvant être obtenu pur que fort difficilement (si, toutefois cela est possible) sans lavages acides, j'ai alors étudié le produit formé à l'aide de l'émétique, en présence de l'acide tartrique et dans les conditions où Wagner l'avait préparé. En agissant ainsi, il m'était d'abord facile de parer à tout dépôt de composés basiques, dus à l'action décomposante de l'eau sur les sels d'antimoine, et, en second lieu, de contrôler l'assertion de cet auteur.

» Avec les proportions indiquées par Wagner, à 80°, le liquide vire de suite au jaune orange, puis au rouge cinabre. On décante à chaud, et le dépôt est lavé à plusieurs reprises avec de l'eau tiède d'abord, puis, après dessiccation avec du sulfure de carbone ([1]), par digestion pendant quarante-huit heures. Séché à l'air libre et dans le vide, ce produit n'abandonnait sensiblement rien à la solution tartrique. Dans ces conditions, j'en ai fait l'analyse sur $1^{gr},055$ de matière. On l'oxyde à l'aide du brome en présence d'eau et d'un peu d'acide tartrique, dans un flacon fermé. Tout se dissout. Vingt-quatre heures après, on chasse l'excès de brome, on acidule légèrement par l'acide chlorhydrique et on précipite l'antimoine comme sulfure : $Sb^2S^3 = 1^{gr},053$.

» Ce premier fait que le poids du sulfure obtenu était sensiblement le même que celui du vermillon soumis à l'analyse rendait déjà fort douteux que ce corps fût un oxysulfure, car, d'après la composition que lui assigne Wagner, on aurait dû trouver un poids de 5 pour 100 plus fort.

» Le dosage de l'acide sulfurique devant finir de me fixer l'hydrogène sulfuré fut chassé de la liqueur par une longue ébullition, et je versai peu à peu d'une solution titrée de chlorure de baryum jusqu'à cessation de précipité, ce qui exigea un poids de sel de baryum notablement supérieur à celui qui aurait été nécessaire pour séparer l'acide sulfurique fourni par l'oxydation de $1^{gr},055$ d'oxysulfure $Sb^2OS^2$. Le sulfate de baryte pesait en effet $2^{gr},1775$, alors qu'on n'eût dû avoir que $1^{gr},5325$ de sulfate, soit très sensiblement 70 pour 100 du premier poids dans le cas de l'oxysulfure, ou en composition centésimale si $O = 16$ et $Sb = 120$ :

| | Pour $Sb^2S^3$. | | Pour $Sb^2OS^2$. | | Trouvé pour 100. |
|---|---|---|---|---|---|
| Sb.......... | 240 | 71,43 % | 240 | 75 % | 71,29 |
| S........... | 96 | 28,57 | 64 | 20 | 28,34 |
| O........... | » | » | 16 | 5 | » |

» Ce premier résultat étant en contradiction avec celui de Wagner, j'ai fait un second essai, en modifiant les proportions et en opérant à froid.

» Je diminuai l'acide tartrique et augmentai l'hyposulfite. Le mélange des dissolutions fut abandonné à lui-même vingt-quatre heures, la liqueur claire décantée et le

([1]) La quantité de soufre enlevée a toujours été minime.

précipité lavé à l'eau froide d'abord et ensuite avec de l'eau à 60° pour enlever le bitartrate de potasse qu'il contenait. Le produit séché ne céda que fort peu de soufre au sulfure de carbone et sensiblement rien à l'acide tartrique.

» Après dessiccation nouvelle, j'en fis l'analyse par la même méthode que précédemment. Le poids de sulfure obtenu $Sb^2S^3 = 1^{gr},050$ fut encore presque le même que celui du vermillon employé, $p = 1^{gr},053$, et le poids de sulfate de baryte recueilli $BaSO^4 = 2^{gr},171$ de beaucoup supérieur à celui qu'aurait dû fournir l'oxysulfure et qui eût été $1^{gr},533$;

» Ou en composition centésimale pour cette analyse :

| | Pour $Sb^2S^3$. | | Pour $Sb^2OS^2$. | | Trouvé pour 100. |
|---|---|---|---|---|---|
| Sb.......... | 240 | 71,43 % | 240 | 75 % | 71,22 |
| S........... | 96 | 28,57 | 64 | 20 | 28,31 |
| O........... | » | » | 16 | 5 | » |

» A froid comme à chaud, avec l'émétique et l'acide tartrique, la matière colorante du vermillon d'antimoine formée par l'action de l'hyposulfite de soude est donc, *en tant qu'espèce chimique*, le sulfure ordinaire $Sb^2S^3$. S'il possède une teinte spéciale, cela tient aux conditions de formation. Il ne se forme pas d'oxysulfure *dans cette réaction*, ainsi que l'a prétendu Wagner. Quant au vermillon formé avec le trichlorure, en dehors de la présence de l'acide tartrique, s'il renferme de l'oxygène, ce n'est qu'à titre de mélange, sous forme d'oxychlorure. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nitrosalicylates de bismuth.* Note de M. **H. Causse**, présentée par M. Arm. Gautier.

« La double décomposition qui a lieu entre un salicylate soluble et le nitrate de bismuth, double décomposition qui engendre du salicylate de bismuth insoluble, est le plus souvent incomplète; à moins de neutraliser le liquide par un alcali, il reste toujours une faible quantité des composés.

» Les eaux-mères deviennent le siège d'une réaction, dont l'effet est différent suivant la concentration, mais dont la cause réside dans la formation d'un nitrosalicylate de bismuth. Tantôt elles abandonnent de longues aiguilles blanches et soyeuses, tantôt un précipité cristallin de couleur variant du jaune à l'orangé.

» Au cours de nos recherches sur le salicylate de bismuth [1], nous

[1] *Comptes rendus*, mai, octobre 1891.

avions fréquemment observé qu'il se colorait en rouge, coloration attribuée à la présence du fer.

» Divers indices qu'il serait trop long de rapporter ici m'ont fait penser que le bismuth seul suffisait à donner ces réactions, que la formation de différents sels était la cause de ces colorations et ces observations venaient appuyer les faits que nous avions signalés quand nous avons établi la constitution du *dermatol* ou sous-gallate de bismuth ([1]).

Dans ce travail, corroboré par M. le professeur Cazeneuve ([2]), on a montré, d'une part, le rôle des fonctions phénoliques, et, d'autre part, que l'aspect jaune citron du dermatol était dû à la combinaison de la partie phénolique de l'acide gallique avec l'oxyde de bismuth.

» Ici les mêmes remarques sont applicables; en effet, le nitrosalicylate neutre est incolore, le sel basique est jaune, et les sous-sels sont oranges.

» β-NITROSALICYLATE DE BISMUTH $(C^6H^3.AzO^2.OH.CO^2)^3Bi + 2H^2O$. — On dissout $20^{gr}$ d'acide salicylique dans $100^{cc}$ d'acide acétique, on ajoute $150^{cc}$ d'eau distillée et $15^{gr}$ de nitrate neutre de bismuth dissous dans $50^{cc}$ de solution saturée de nitrate de potasse. Au moment du mélange, il se développe une coloration violette qui passe au brun; en même temps, des bulles gazeuses apparaissent, la température s'élève peu à peu, et la réaction deviendrait énergique si l'on ne refroidissait. Après quelques heures de contact, il se sépare de fines aiguilles qui finissent par envahir tout le liquide.

» Le même nitrosalicylate se dépose, en abandonnant à elle-même l'eau-mère de la préparation du salicylate de bismuth, par le procédé que nous avons indiqué; il se sépare à la longue des aiguilles, et leur formation se prolonge pendant plusieurs mois.

» Quel que soit le procédé employé, les cristaux sont séparés, essorés, comprimés, pour enlever l'eau-mère très acide, desséchés à l'air, lavés à l'eau distillée et desséchés de nouveau.

» On obtient un amas d'aiguilles feutrées. L'eau bouillante les décompose en acide β-nitrosalicylique et oxyde de bismuth; le perchlorure de fer les colore en rouge intense.

» La formule du nitrosalicylate a été établie en dédoublant un poids connu de ce composé par l'eau bouillante, et traitant ensuite avec le même liquide chargé d'hydrogène sulfuré, pour éliminer la petite quantité de métal qui échappe à la dissociation. L'acide est dosé par voie alcalimétrique et le bismuth à l'état d'oxyde. Il y a accord entre ceux que donne la théorie et l'expérience.

| | Trouvé. | | Calculé. |
|---|---|---|---|
| $C^7H^5AzO^2O^3$ pour 100..... | 70,15 | 70,10 | 69,4 |
| $Bi^2O^3$ pour 100............ | 28,90 | 28,95 | 29,4 |

([1]) *Comptes rendus,* juillet 1893.
([2]) *Bulletin de la Société chimique;* 1894.

» β-NITROSALICYLATE BASIQUE DE BISMUTH : $C^6H^3\begin{cases}CO^2\\ -O\\ AzO^2\end{cases}$ avec $CO^2$ et $O$ liés à $BiOH + H^2O$. — Dans un ballon de capacité convenable, on introduit une solution de 20gr d'acide salicylique dans 100cc d'acide acétique, et 300cc de solution saturée de nitrate de potasse contenant 30gr de nitrate de bismuth. Le mélange se colore et dégage des bulles gazeuses; on favorise la réaction en chauffant au bain-marie vers 40°-45°. Lorsqu'elle est devenue vive, le ballon est retiré du bain et abandonné à la température ordinaire. Il se forme un magma cristallin qui est traité et purifié comme le sel neutre.

» Le β-nitrosalicylate basique de bismuth est en petites aiguilles jaune citron, possédant les mêmes propriétés que le sel précédent. Il est dissocié par l'eau, se colore en rouge par le perchlorure de fer. La seule différence, outre l'aspect, consiste en une teneur plus grande en oxyde de bismuth.

» En appliquant à ce composé la méthode d'analyse que nous avons indiquée plus haut, il a donné des nombres concordant avec ceux de la formule.

| | Trouvé. | | Calculé. |
|---|---|---|---|
| $C^7H^5.AzO^2.O^3$ pour 100 .... | 43,2 | 43,1 | 42,90 |
| $Bi^2O^3$ pour 100............ | 54,2 | 54,3 | 54,79 |

» SOUS-β NITROSALICYLATE DE BISMUTH : $(C^6H^3.AzO^2.OH.CO^2)^2Bi^2O^2H^2 + H^2O$. — Il se dépose quand on neutralise par le carbonate de soude le liquide qui a donné le sel basique, si l'on a soin de laisser une légère réaction acide. Il se présente sous la forme d'un précipité cristallin composé d'aiguilles microscopiques de couleur rouge orange.

» Traité comme les sels précédents et analysé par le même procédé, il répond à la formule ci-dessus :

| | Trouvé. | | Calculé. |
|---|---|---|---|
| $C^7H^5AzO^5$ pour 100..... | 44,30 | 44,10 | 44,80 |
| $Bi^2O^3$ pour 100......... | 50,45 | 50,50 | 50,01 |

» ACIDE β-NITROSALICYLIQUE $C^6H^3\begin{cases}CO^2H\ (1)\\ OH\ \ \ (2)\\ AzO^2\ (5)\end{cases}$. — Cet acide, isolé par l'action de l'eau bouillante sur l'un quelconque des nitrosalicylates débarrassé par l'hydrogène sulfuré de la petite quantité d'oxyde de bismuth entraîné et cristallisé dans l'eau, fond à 227°,5. Il donne avec le perchlorure de fer une coloration rouge-sang, avec l'eau de baryte en léger excès un nitrosalicylate en lamelles jaune citron. Ces réactions, ajoutées à celle des sels de bismuth, permettent de conclure qu'il se produit dans l'action du nitrate de bismuth sur l'acide salicylique de l'acide β-nitrosalicylique.

» Des recherches précédentes il résulte que, même en solution étendue, l'acide nitrique combiné à l'oxyde de bismuth transforme l'acide salicylique en acide β-nitrosalicylique, susceptible de donner une série de sels dont l'aspect varie avec la composition. Cette propriété, l'acide nitrosalicylique

semble la devoir à la présence du groupe $AzO^2$ dans sa molécule; il se passe ce qui a lieu d'ordinaire pour les autres composés nitrés : la fonction phénolique se trouve exaltée, son aptitude à la combinaison, rendue par là plus grande, explique l'existence d'une série de composés que jusqu'ici on n'a pu obtenir avec l'acide salicylique. Quant à la coloration rouge du salicylate de bismuth, qu'on supposait être due à la présence du fer, il est difficile de l'attribuer à un salicylate de ce métal. Elle est due à un nitrosalicylate. Si l'on fait évaporer au bain-marie, un mélange de sous-nitrate de bismuth cristallisé et de salicylate de sodium, vers la fin de l'opération, la masse pâteuse s'échauffe, dégage de la vapeur nitreuse et en quelques minutes le tout se colore en rouge; dans ce cas, la teinte est évidemment provoquée par la formation du nitrosalicylate de bismuth ».

ANATOMIE. — *Glandes salivaires des Apinæ* (Apis mellifica ♂ et ☿) ([1]). Note de M. **Bordas**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Nous allons résumer ici le résultat de nos recherches sur les glandes salivaires des *Apinæ*, nous réservant de traiter ultérieurement cette question avec plus de détails.

» P. Schiemenz, résumant les travaux de Dufour, Leuckart, Leydig, Meckel, Wolf, etc., a décrit, chez l'*Apis mellifica*, quatre systèmes de glandes. Outre les organes déjà étudiés, nous avons constaté deux nouveaux appareils glandulaires : chez les *neutres*, à la face inféro-interne des mandibules et sous l'orifice buccal, et, chez les *mâles*, en arrière des ocelles et au-dessous de la lamelle chitineuse qui tapisse le pharynx.

» 1° Apis mellifica neutre. — Les nouvelles glandes que nous avons rencontrées chez les *Apis neutres* sont les *glandes mandibulaires internes* et les *glandes sublinguales*.

» *Glandes mandibulaires internes*. — Ces organes sont situés à la base des mandibules, vers le pédicule qui rattache le menton à la plaque chitineuse inférieure de la tête. Par leur position, ils correspondent aux glandes mandibulaires internes des *Bombinæ* et des *Vespidæ*, et, par l'embouchure de leurs conduits excréteurs, aux glandes maxillaires des autres Hyménoptères. Ces glandes ont la forme d'une lamelle aplatie, losangique,

---

([1]) Résumé d'un travail fait au Muséum, laboratoire de M. le professeur Edmond Perrier.

constituée par une seule couche de cellules et étendue obliquement sur la plaque commune de la base de la mandibule et du pédicule du menton. Chaque cellule se présente sous l'aspect d'un petit granule blanchâtre, sphérique, et renferme un protoplasme jaune pâle, granuleux, et un noyau central. De chacune d'elles part un canalicule excréteur filiforme, allant déboucher de chaque côté de la base du menton.

» *Glandes sublinguales.* — Ces glandes, très développées chez la plupart des Hyménoptères, sont fort rudimentaires chez les Abeilles neutres. Elles sont situées sous la plaque chitineuse qui forme la base de l'orifice buccal et disposées transversalement vers son bord antérieur. Elles sont piriformes et dépassent légèrement les parois du pharynx, ce qui permet de les apercevoir de la face supérieure de cet organe. Un peu élargies extérieurement, elles vont s'amincissant vers la ligne médiane et sont enveloppées par une mince membrane. Chaque organe est constitué par un massif d'*acini* glandulaires, ovoïdes, nucléés et pourvus d'un protoplasme réfringent. Les canalicules, émanés de chaque glande, se groupent en deux faisceaux qui s'ouvrent sur les côtés de l'orifice buccal.

» 2° APIS MELLIFICA MÂLE. — Chez les mâles, les glandes situées en arrière des ocelles, ou *postocellaires*, présentent une forme nettement triangulaire, à base tournée en avant et à sommet dirigé en arrière. Les dimensions de la face supérieure sont les suivantes : base $0^{mm},5$ et hauteur $0^{mm},65$. Elles sont limitées, en avant par les trois ocelles et latéralement par les parois internes de la région postérieure des yeux composés.

» Le bord antérieur est rectiligne ou concave et pourvu quelquefois d'un prolongement médian très court; les bords latéraux sont légèrement concaves, à courbure tournée vers l'extérieur. Des trois angles, le plus développé est le postérieur, qui s'étend, sous forme d'appendice filiforme, dans l'étroit espace compris entre les extrémités terminales des yeux. Les angles latéraux, moins allongés, émettent des prolongements qui contournent légèrement les ocelles externes. La face antérieure est plane ou faiblement recourbée et les deux latérales sont beaucoup plus irrégulières. Quant à la face inférieure, en rapport avec l'extrémité postérieure de la masse cérébrale, elle est pourvue de nombreuses aspérités et logée dans une concavité située en arrière des ocelles.

» Cette glande est constituée par de nombreux *acini* monocellulaires, dont les canalicules excréteurs vont déboucher dans des conduits afférents d'un plus large diamètre s'ouvrant à l'extrémité antérieure de l'œsophage.

» La *glande sublinguale* des Abeilles mâles, très volumineuse, est située

sous la plaque chitineuse qui recouvre, en avant, le plancher pharyngien. Elle est disposée transversalement et présente, dans sa région médiane, une très faible dépression séparant deux renflements latéraux, plus ou moins accentués, logés dans deux cavités peu profondes, situées au-dessous et de chaque côté de la bouche. Le sillon médian, dont nous avons parlé, fait parfois défaut, et la surface inférieure paraît alors uniformément plane. La structure de cet organe est identique à celle des glandes sublinguales des autres Hyménoptères.

» Les *Apis* possèdent encore des glandes *thoraciques,* localisées dans le thorax, des glandes *postcérébrales*, situées en arrière du cerveau ; des glandes *supracérébrales*, qui recouvrent le cerveau, et des glandes *mandibulaires externes*, placées à la face externe de la base des mandibules. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur une chenille inédite, dévorant les feuilles et les fruits du figuier, dans l'arrondissement de Puget-Théniers.* Note de M. **Decaux.**

« Le 5 août dernier, M. F. Gagnaire, professeur de Sciences naturelles à l'École pratique d'Agriculture du golfe Juan, m'adressait quelques feuilles de figuier dévorées en partie par une petite chenille, dont il joignait deux échantillons.

» J'ai observé, me disait-il, la présence de cette chenille pour la première fois l'année dernière; si ce lépidoptère n'est pas une espèce nouvelle, il est au moins un ennemi nouveau. Cette année, l'invasion s'est beaucoup développée, non seulement sur les feuilles, mais, partout où il y a deux figues qui se touchent, l'un des fruits a été détérioré et tombe maintenant. Je ne connais pas le papillon.

» Cette chenille n'est pas rare en Corse, où j'ai eu occasion de l'observer sur les feuilles du figuier; on la trouve également en Italie et il est probable qu'elle habite tous les pays avoisinant la Méditerranée : Grèce, Tunisie, Algérie, etc.

» Après de minutieuses recherches (à Argenteuil), j'ai pu recueillir quatre chenilles, le 13 août dernier; elles se sont métamorphosées et m'ont donné l'éclosion du papillon.

» Le papillon de cette chenille est décrit depuis longtemps : c'est la *Simaethis nemorana* (Curtis), appelé aussi *Tortrix nemorana* par Hubner; *Asopia incisalis* par Treits; *Xylopoda nemorana* par Duponchel, qui l'a fi-

guré assez exactement dans son *Histoire naturelle des Lepidoptères de France*, t. IX, p. 462, Pl. 160, *fig.* 7; il ne croit pas qu'elle se trouve aux environs de Paris; son habitat est le Midi.

» *Mœurs.* — Le papillon, qui est crépusculaire, apparaît vers le 15 juin; en Corse, on trouve de jeunes chenilles au commencement de juillet; généralement on rencontre, sur le dessus de la feuille, deux, trois ou quatre chenilles réunies sous une légère toile composée de fils de soie blanche d'une grande finesse, qu'elles ont confectionnée en commun. Elles se nourrissent du parenchyme de la feuille, ne laissant que les nervures. Les feuilles ainsi mutilées ne tardent pas à jaunir, puis à se dessécher.

» Lorsque les chenilles sont nombreuses, comme elles se sont montrées cette année dans l'arrondissement de Puget-Théniers, elles s'attaquent aussi aux fruits dont elles dévorent la partie verte, par bandes de $2^{mm}$ à $3^{mm}$, allant de la queue à l'ombilic. Les fruits ainsi détériorés ne profitent plus et finissent par tomber avant la maturité.

» Vers le 5 août, en Corse, la chenille, arrivée à tout son développement, se suspend à un fil et se laisse descendre à terre pour aller se transformer au pied de la plante; elle ne fait pas de cocon proprement dit; elle se contente de réunir quelques débris de feuilles ou autres détritus, qu'elle lie avec des fils de soie: c'est dans cet abri ou cocon grossier qu'elle passe l'hiver sous la forme de chrysalide.

» En captivité, une chenille a opéré sa transformation entre les plis d'une feuille de papier; une toile serrée, composée de fils de soie blanche, de $4^{cm}$,5 de long, retient fortement les deux parties de la feuille. Ce cocon, commencé le 14 août, a donné l'éclosion du papillon dans la matinée du 4 septembre.

» L'hypothèse de deux générations par an est assez problable dans le Midi: la première en avril, la seconde en juin et juillet. Les chenilles écloses en septembre meurent avant d'arriver à leur entier développement.

» Un mot des moyens de destruction. A partir de novembre jusqu'au 15 mars, on peut conseiller de ramasser avec soin les feuilles et autres détritus trouvés sous les figuiers, et de les détruire par le feu; ils contiennent des nymphes en grand nombre. En complétant l'opération par un labour profond, sous les arbres, on enterrera les chrysalides qui auront échappé. Plusieurs expériences nous ont démontré qu'il est impossible au papillon, lors de son éclosion, de remonter au travers d'une couche de terre de $10^{cm}$ à $15^{cm}$ d'épaisseur.

» Si l'on remarque que chaque chrysalide femelle détruite supprime 200 à 300 chenilles au printemps, on comprendra l'importance de ce mode de destruction. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur le mécanisme de la respiration végétale.* Note de M. L. **Maquenne**, présentée par M. Dehérain.

« Dans une précédente Communication [1] j'ai fait voir que, après un séjour de quelques heures dans le vide, les feuilles dégagent ordinairement plus d'acide carbonique qu'à l'état normal; il m'a paru intéressant, au point de vue de la connaissance des réactions internes qui caractérisent la vie végétale, de déterminer dans ces mêmes conditions la valeur que prend le rapport $\frac{CO^2}{O}$ de l'acide carbonique dégagé à l'oxygène absorbé.

» On sait déjà, en effet, que la valeur de ce rapport est influencée par diverses causes : elle s'élève avec la température et paraît croître même, jusqu'à une certaine limite, avec l'âge de la plante; on pouvait donc prévoir que la privation momentanée d'oxygène, en modifiant le sens des réactions intérieures et, par conséquent, la nature des principes élaborés, devait déterminer aussi une variation du rapport $\frac{CO^2}{O}$. L'expérience nous a montré qu'il en est réellement ainsi; mais, comme on va le voir bientôt, la variation n'est constante que si l'on s'adresse toujours à la même espèce végétale; positive pour certaines plantes, elle devient négative pour d'autres, et il semble impossible de formuler à cet égard aucune règle précise; elle est évidemment en relation avec la composition immédiate des tissus : c'est une nouvelle preuve de l'extrême complexité des phénomènes chimiques de la vie.

» Le Tableau suivant donne les résultats que nous avons obtenus pour les espèces étudiées dans notre première Note, avant et après un séjour de quatre heures dans le vide de la trompe. Les analyses de gaz ont été faites, comme d'habitude, au moyen de l'eudiomètre de M. Schlœsing, qui permet d'atteindre une approximation suffisante pour fournir les valeurs de $\frac{CO^2}{O}$ à $\frac{1}{20}$ près.

» L'air introduit dans les tubes à respiration était au préalable dépouillé d'acide carbonique; son volume était déduit du volume de l'azote trouvé dans l'analyse finale.

» Les expériences comparatives ont toujours été faites simultanément, à la même température et avec des feuilles aussi semblables que possible; la durée de chacune d'elles a été uniformément de une heure, enfin on a pris pour l'extraction des gaz

[1] *Comptes rendus*, t. CXIX, p. 100.

tous les soins que nous avons reconnus nécessaires, M. Dehérain et moi, dans notre Mémoire de 1886 (¹).

| Espèces étudiées. | | Gaz final. $CO^2$. | O. | Az. | $\frac{CO^2}{O}$. |
|---|---|---|---|---|---|
| Fusain du Japon. | Normal.......... | 4,12 | 17,56 | 78,32 | 1,28 |
| | Ap. vide......... | 5,63 | 15,29 | 79,08 | 0,99 |
| Id. | Normal......... | 2,69 | 18,65 | 78,66 | 1,22 |
| | Ap. vide......... | 4,18 | 16,38 | 79,44 | 0,89 |
| Id. | Normal.......... | 2,55 | 18,76 | 78,69 | 1,21 |
| | Ap. vide......... | 3,64 | 17,02 | 79,34 | 0,91 |
| Id. | Normal.......... | 4,18 | 17,53 | 78,29 | 1,29 |
| | Ap. vide......... | 5,07 | 15,78 | 79,15 | 0,97 |
| Lilas. | Normal.......... | 3,89 | 16,97 | 79,14 | 0,97 |
| | Ap. vide......... | 5,72 | 15,40 | 78,88 | 1,04 |
| Id. | Normal.......... | 2,24 | 18,63 | 79,13 | 0,95 |
| | Ap. vide......... | 3,92 | 17,12 | 78,96 | 1,03 |
| Id. | Normal.......... | 2,99 | 17,74 | 79,27 | 0,91 |
| | Ap. vide......... | 5,46 | 15,78 | 78,76 | 1,07 |
| Giroflée. | Normal.......... | 3,37 | 17,46 | 79,17 | 0,95 |
| | Ap. vide......... | 6,32 | 15,40 | 78,28 | 1,18 |
| Id. | Normal.......... | 5,15 | 15,96 | 78,89 | 1,04 |
| | Ap. vide......... | 7,63 | 14,16 | 78,21 | 1,16 |
| Aster. | Normal.......... | 4,28 | 16,54 | 79,18 | 0,96 |
| | Ap. vide......... | 6,70 | 14,80 | 78,50 | 1,11 |
| Buis. | Normal..... .... | 3,60 | 17,20 | 79,20 | 0,95 |
| | Ap. vide......... | 4,34 | 16,53 | 79,13 | 0,98 |

» On voit que, en général, le rapport $\frac{CO^2}{O}$ est plus élevé pour les feuilles qui ont séjourné dans le vide que pour les mêmes feuilles normales : le fait est surtout frappant pour le lilas et la giroflée, qui montrent des accroissements de 11 et 17 pour 100; mais, dans le cas du fusain, qui fournit un rapport de $\frac{CO^2}{O}$ exceptionnellement élevé, il y a au contraire une chute énorme, correspondant à 25 pour 100 de sa valeur moyenne.

» De pareils écarts, absolument en dehors des erreurs possibles d'expérimentation, nous montrent que l'influence de l'espèce est ici dominante et que le rapport $\frac{CO^2}{O}$ est essentiellement variable par nature.

» Faut-il voir dans ces variations une nouvelle preuve de l'indépendance du dégagement d'acide carbonique et de l'absorption d'oxygène, et par

(¹) *Annales agronomiques*, t. XII, p. 145.

suite une objection à la manière de voir que nous avons formulée dans notre précédente Note? Nous ne le pensons pas, car le rapport des gaz échangés entre l'atmosphère et un tissu végétal dépend nécessairement de la composition de celui-ci, et cette composition doit être modifiée d'une manière sensible par un séjour préalable dans le vide, autant que par un abaissement ou une élévation de température.

» D'ailleurs le Tableau qui précède montre que l'oxygène est mieux absorbé par une feuille qui est restée dans le vide que par une feuille normale.

» Si l'on calcule le volume total d'oxygène qui a été pris dans chacune des expériences précédentes, on arrive aux résultats suivants, qui sont peut-être plus significatifs encore.

| Espèces étudiées. | Poids des feuilles. | Oxygène absorbé en une heure. | |
|---|---|---|---|
| | | État normal. | Après vide. |
| | gr | cc | cc |
| Fusain du Japon...... | 13,35 | 10,76 | 19,60 |
| Lilas................ | 11,30 | 9,65 | 14,45 |
| Giroflée............. | 7,45 | 8,49 | 11,94 |
| Aster................ | 3,20 | 4,46 | 6,02 |
| Buis................. | 4,00 | 3,80 | 4,45 |

» Le séjour momentané d'une feuille dans le vide a donc pour effet immédiat d'augmenter à la fois la proportion d'oxygène absorbé et celle de l'acide carbonique émis, en d'autres termes de rendre la respiration plus active.

» Ce fait indiscutable et indépendant des variations possibles du rapport $\frac{CO^2}{O}$, au moins pour les espèces que nous avons étudiées, nous paraît de nature à affermir l'hypothèse qui nous a servi de point de départ, et nous permet, en conséquence, d'énoncer la conclusion suivante :

» La respiration des plantes semble être le résultat de la combustion lente d'un principe éminemment oxydable, que la cellule vivante sécrète constamment, à l'abri de la lumière, et qui est susceptible de s'y accumuler quand l'oxygène fait défaut dans l'atmosphère ambiante. »

PALÉONTOLOGIE. — *La station du Schweizersbild.* Note de M. NUESCH, présentée par M. Albert Gaudry.

« Ayant fini les fouilles de la *station préhistorique du Schweizersbild*, près de Schaffhouse (Suisse), je me permets de présenter à l'Académie un résumé des résultats de ces fouilles.

» Les travaux ont été commencés en 1891 et continués en 1892 et 1893; environ 760$^{m}$ ont été fouillés aussi soigneusement que possible; le terrain a été enlevé couche par couche de 10$^{cm}$ à 20$^{cm}$ d'épaisseur; tous les objets ont été gardés et chacun a été muni d'une étiquette correspondant au numéro du journal. Auprès de la station, une tente a été dressée, sous laquelle j'ai vécu avec les ouvriers pour pouvoir garder jour et nuit l'endroit et surveiller sans cesse les travaux. Un conduit d'eau à haute pression a été installé, non seulement pour laver les objets trouvés, sans être obligé de les brosser, mais aussi pour rafraîchir la température qui montait, le 17 août 1892, à 53° C., à cause des rayons du soleil reflétés par les parois du rocher surplombant.

» La station repose sur un terrain morainique, provenant du dernier glacier du Rhin qui couvrait complètement la vallée du Schweizersbild; elle n'est donc ni préglaciaire, ni interglaciaire, mais bien nettement *postérieure à la dernière époque glaciaire*. Après la retraite du glacier qui a déposé des moraines terminales à 300$^{m}$ à l'est et à 600$^{m}$ à l'ouest du rocher, une petite couche arable s'est formée sur ce terrain morainique et sur les hauteurs environnantes qui donnaient accès à une végétation de mousses et d'arbrisseaux; de nombreux animaux y ont laissé leurs débris. Les spécialistes (M. Nehring à Berlin et M. Studer à Berne) ont constaté 3 *faunes différentes* succédant l'une à l'autre au fur et à mesure que la température s'élevait, et se trouvant ensevelies dans les couches superposées l'une sur l'autre :

» 1° Une faune arctique, *la faune des toundra,* dans la couche inférieure, avec 40 espèces d'animaux, principalement des Rongeurs (21 espèces) qui ont été mangés par des oiseaux de proie et déposés par eux au pied du rocher surplombant. Pendant la formation de cette zone, la station n'a pas été habitée continuellement par l'homme; des chasseurs errants visitèrent seulement de temps en temps cet abri sous roche. Parmi les animaux, nous citons principalement le *Myodes torquatus, Arvicola nivalis, A. ratticeps, A. gregalis, A. glareolus, A. amphibius, Lepus glacialis, Vulpes lagopus, Gulo*

*borealis, Fœtorius erminea, Ursus arctos, Rhinoceros tichorhinus, Bison priscus, Surnia nisoria, Lagopus albus et mutus*.... Une faune semblable ne se trouve actuellement qu'au nord du 70° de latitude, au nord de la Sibérie; un climat très froid et rigoureux doit avoir régné alors aux environs de Schaffhouse et dans l'Europe centrale.

» 2° Une faune subarctique, *la faune des steppes ou la faune du Renne* proprement dite, dans la seconde couche, au-dessus de la première, avec 51 espèces, soit le Renne, le Cheval, l'Ane des steppes, le *Lepus variabilis, Capra ibex, Cervus maral*, l'Ours brun, *Spermophilus rufus, Lagomys pusillus, Cricetus vulgaris, Tetrao tetrix, Aquila fulva, Syrnium uralense, Erythropus vespertinus, Brachyotus palustris, Strix flammea, Corvus corax* et *cornix*.... De la faune des toundra, 21 espèces avaient disparu et 30 espèces nouvelles se mettaient à leur place, surtout des animaux qui caractérisent les steppes. La température s'était élevée un peu pendant la formation de cette zone; un climat froid, sec et continental régnait, semblable à celui de la Sibérie et de la Russie septentrionale.

» 3° *Une faune de la forêt* ou *faune du Cerf élaphe* et des palafittes avec 37 espèces, soit le Cerf élaphe, le Chevreuil, la Chèvre, la Brebis, le *Bos primigenius, Bos brachyceros, Sus scrofa ferus*, l'Écureuil, *Castor fiber, Lepus timidus, Meles taxus, Mustela martes, Vulpes vulgaris, Felis catus ferox*.... et 20 espèces de Gastropodes (*Clausilia parvula, Cl. plicatula, Helix sericia, H. lapicida, H. candidula*...). Cette couche est au-dessus de la faune du renne; elle en est séparée par une couche de cailloutis presque stérile, provenant de la désagrégation du rocher, de $80^{cm}$ d'épaisseur sur certains points; ce cailloutis est coupé en deux par une *seconde zone de Rongeurs* (*Myoxus glis, Eliomys nitela, Sorex vulgaris, Crocidura sp., Mus sp., Sciurus vulgaris*....), vivant pendant la transmigration des steppes aux forêts. Le climat s'était amélioré encore plus et se rapprochait de celui de nos temps. La végétation des steppes fit place à des forêts. La *couche supérieure* ou la couche arable contient *nos animaux domestiques*, tels que *Bos taurus, Sus scrofa domesticus, Felis catus, Lepus cunniculus*, l'Oie, le Pigeon....

» Dans toutes les couches, il y a 91 espèces d'animaux vertébrés, soit 14 Carnivores, 5 Insectivores, 21 Rongeurs, 14 Artiodactyles, 3 Périssodactyles, 1 Cheiroptère, 24 Oiseaux, 5 Amphibies, 1 Poisson, 20 espèces de Gastropodes.

» La couche des toundra et celle des steppes correspondent au *paléolithique;* celle du Cerf représente le *néolithique*, et la couche supérieure renferme des objets de l'*âge du bronze et du fer*.

» Dans les niveaux *paléolithiques,* il y avait plus de 1400 outils en silex, des éclats et nucleus; les couteaux, les scies, les burins, les perçoirs sont du type magdalénien et proviennent du silex du Jura du canton de Schaffhouse; parmi les 1300 à 1400 objets travaillés en bois de Renne, en os de Renne et de Lièvre, il y a des flèches, des pointes de trait, des aiguilles, des sifflets, des objets troués, des bâtons de commandement avec des dessins : un mobilier tout à fait analogue à celui des stations de l'âge du Renne en France. *Le Schweizersbild relie de cette manière le quaternaire de l'Allemagne du Nord,* la faune des steppes, presque dépourvu de documents archéologiques, *avec les gisements paléolithiques de France.* Des foyers soigneusement bâtis, avec peu de cendres dessus, prouvent qu'il avait encore peu de bois; des enclumes couchées dans des éclats de silex et entourées de marteaux nous révèlent les ateliers des habitants; des coquilles ne se trouvant que dans les couches tertiaires de Mayence indiquent des relations commerciales des chasseurs de Renne. Les dessins représentent le Cheval, l'Hémione, le Mammouth, le Renne, un poisson et des ornements.

» Dans *la couche du Cerf* qui est au-dessus de celle du Renne, il y avait encore 6000 silex taillés, mais aussi des pierres polies et des poteries grossières; les autres objets sont faits du bois et de l'os du Cerf élaphe; ils sont tout à fait semblables aux objets de nos habitations lacustres; par conséquent, ils appartiennent au *néolithique.* C'est dans cette couche que des restes de 26 *squelettes* humains se sont trouvés : 14 appartenaient à des adultes et 12 à des enfants; les derniers furent ensevelis soigneusement avec des colliers de serpules et des silex en mains. Les adultes représentaient deux races différentes : *une grande race* et *une petite race.* La hauteur de la grande race dépassait $1600^{mm}$, tandis que la petite race atteignait seulement une hauteur de $1345^{mm}$-$1380^{mm}$; c'étaient des *pygmées ou des nains* qui sont, d'après les recherches de M. Kollmann à Bâle, les représentants de la *race primitive de l'Europe.* Ces nains ont été enterrés aussi soigneusement que les enfants. Ils étaient d'une constitution très grêle.

» Par la succession des faunes, répondant aux âges paléolithique, néolithique, du bronze et du fer, ainsi que par la découverte des pygmées fossiles, trouvés pour la première fois en Europe, la station préhistorique du Schweizersbild occupera pour toujours une place importante dans l'étude de la Paléontologie et de l'Anthropologie. »

GÉOLOGIE. — *Trois coupes géologiques du Congo français.* Note de M. **Maurice Barrat**, présentée par M. Daubrée.

« Chargé par le Gouvernement d'une Mission géologique au Congo français, j'ai concentré mes efforts dans les régions des monts de Cristal et de l'Ogooué. J'ai remonté ce fleuve jusqu'à Franceville, puis je me suis dirigé en ligne droite sur Njolé, évitant le coude formé par le fleuve, et de là vers les sources encore inconnues du Como et vers Libreville ; dans cette dernière partie du voyage, j'ai traversé le très intéressant massif des monts de Cristal. Ainsi, en cinq mois, de juillet à décembre 1893, j'ai relevé une coupe en forme de 8, dont la longueur développée est d'environ $2000^{km}$.

» I. *Coupe de l'Ogooué du cap Lopez à Franceville.* — Jusqu'au poste de Lambaréné, les rives sont basses, argileuses, formées de latérite; le Bas-Ogooué est entouré de lacs nombreux et de canaux enchevêtrés; vers le sud, il se déverse en partie dans la grande lagune Ncomi; vers le nord, une digue basse, argileuse, le sépare à peine, à la saison des pluies, du Ramboé et de l'estuaire du Gabon; l'Ogooué possédait donc, à une époque relativement récente, un delta large d'au moins $200^{km}$. A Lambaréné, apparaît un premier pointement granitique entouré de quelques roches métamorphiques, puis le pays redevient plat jusqu'à Samkita; des strates horizontales affleurent au bord de l'eau : ce sont des phyllades, des schistes siliceux ou ampéliteux que nous retrouverons plus loin.

» Près de Njolé, le facies métamorphique s'affirme, et, en même temps, commencent les rapides. M. Michel-Lévy, qui a bien voulu me donner, en cette étude délicate, l'appui de sa haute compétence, a retrouvé dans les roches de l'Ogooué les mêmes phénomènes de métamorphisme qu'il avait rencontrés dans les schistes de Saint-Léon; la série est même plus complète. Ainsi, on voit des schistes purement chloriteux et sériciteux devenir micacés et même feldspathisés au contact du granite, qui, lui-même, est modifié par endomorphisme en dissolvant les débris des schistes voisins. Mais, en outre, on trouve tous les équivalents de ces roches dans les séries quartzeuse et marneuse.

» Les premières roches stratifiées marquent une pente très accusée vers l'est; les filons de quartz blanc et d'hématite sont nombreux, puis, les schistes deviennent de plus en plus micacés et quelques filons de pegmatite apparaissent avec de beaux minéraux; les couches se contournent en

plis de plus en plus pressés, et, enfin, décrivent un grand synclinal pour venir s'appuyer contre le massif granitique du Lopé.

» Le plateau de l'Okanda est formé par un banc de quartzite oligistifère, compris entre deux massifs granitiques, puis s'étend jusqu'à la chute de Boué, un synclinal de roches non métamorphiques, comprenant des phtanites surmontés de schistes argileux et d'arkoses à éléments fins et à ciment calcaire; près de la chute de Boué, les tranches redressées de cette formation sont recouvertes en discordance par une brèche granitique et par une seconde arkose à gros éléments.

» Les granites de l'Ogooué sont pegmatoïdes, syénitiques, amphiboliques par places et se réduisent parfois à du feldspath compact. Au delà de la chute de Boué, on voit affleurer des phtanites et des schistes ampéliteux, identiques à ceux du bas Ogooué et légèrement ondulés. Le fleuve est divisé en biefs navigables par des barrages granitiques.

» Près du poste de Lastourville, une coupe montre des dolomies métamorphisées à leur base par le granite et interrompues en leur milieu par des lits de schistes et de phtanites.

» Ces roches dolomitiques passent par degrés insensibles au quartzite veiné, variété de phtanite qui forme la chute de Doumé; puis ce sont encore, jusqu'à Franceville, des couches alternées de phtanites et de schistes, faiblement ondulées, avec des pointements granitiques de loin en loin. L'arkose fine prédomine dans le haut Ogooué, percée de pointements de diabase ophitique, et surmontée, vers Franceville, d'un psammite rouge au-dessus duquel s'étend le grès blanc, tantôt en bancs horizontaux formant plateaux, tantôt décomposé en sable et soulevé par le vent en dunes de $200^m$ ou $300^m$ : c'est le pays des Batékés, le plateau africain dont les points ménagés par l'érosion atteignent $800^m$ d'altitude.

» II. *Coupe de Franceville à Njolé.* — Ces grès blancs, sans fossiles ni plantes, apparaissent surtout dès qu'on s'écarte du lit du fleuve, et nous allons les rencontrer presque constamment, s'étendant en transgression, jusque sur les sommets de la prétendue chaîne côtière. Toujours horizontaux et découpés par l'érosion, ils montrent au fond des vallées un substratum généralement granitique; parfois, ils sont interrompus par des cassures, remplies de diabase ophitique.

» Puis ils deviennent de moins en moins puissants, et dans le bassin de l'Ofoué les phtanites réapparaissent, formant la base des monts Désousa. Enfin, dans le bassin du Lélédi, on retrouve le granite et le facies métamorphique de l'Okota; et près de Njolé, le bord de la cuvette des schistes

ampéliteux et phtanites du bas Ogooué, attaqué par le métamorphisme.

» III. *Coupe de Njolé à Libreville par les monts de Cristal.* — Dans la partie de notre itinéraire qui est dirigée sud-nord, nous avons assisté au passage du facies métamorphique de Njolé au facies granitique franc qui caractérise les monts de Cristal (sommets de $1500^{m}$). Le granite, qui présente une variété singulière, presque exclusivement quartzeuse, fort répandue dans le Haut-Como et justifiant le nom de la chaîne, se mélange à d'autres roches, diorite, norite, etc., dont quelques échantillons ont malheureusement été perdus dans le combat de la rivière Assangou; au milieu du magma granitique, apparaissent aussi parfois des lambeaux de schistes au maximum de métamorphisme. Cette énorme masse rocheuse s'étend sans interruption, sur une longueur de $80^{km}$, jusqu'au mont Anengué-Fall. Sur la bordure extérieure du massif, nous avons retrouvé seulement les arkoses compactes à ciment calcaire du Haut-Ogooué, pendant vers l'Océan. Puis viennent des grès ferrugineux calcarifères horizontaux, qui reposent en discordance sur les précédents, et, après la région saumâtre de l'Ekoy, sorte de plage quaternaire soulevée, accident d'estuaire purement local, le calcaire fossilifère de Libreville, en strates horizontales, qu'un oursin voisin de l'*Echinobrissus pseudo-minimus* de M. Gauthier, et un Inocérame voisin du *Labiatus*, permettent de rapporter au Turonien. »

GÉOLOGIE. — *Dernières recherches géologiques dans l'Altaï.* Note de M. **Vénukoff**, présentée par M. Daubrée.

« Une expédition scientifique a eu lieu, cette année, dans la région de l'Altaï. Elle avait pour but l'exploration des mines de charbon qu'on trouve en abondance dans différentes parties du pays, mais surtout aux bords du fleuve Tom. Les professeurs Inostrantzeff, de Saint-Pétersbourg, et Vénukoff, de Kiew, accompagnés de l'ingénieur des mines Pletner, se rendirent dans la contrée houilleuse et y passèrent tout l'été. Ils y trouvèrent des couches de bon charbon, dont l'épaisseur dépasse $4^{m}$, et cela à une distance de $55^{km}$ à $80^{km}$ du chemin de fer transsibérien qui est en construction. Un peu plus loin, sur le même chemin, ils découvrirent des dépôts de houille, encore plus puissants et surtout avantageux pour l'exploitation; car les couches sont à peu près horizontales et se trouvent tout près du fleuve (¹). »

(¹) MM. Inostrantzeff et P. Vénukoff sont actuellement de retour à Saint-Pétersbourg; ils ont voyagé par le chemin de fer depuis Omsk, par Zlatooust et Samara.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Mouvements de rotation observés dans une ascension aérostatique.* Note de M. **Vénukoff**, présentée par M. Faye.

« Deux officiers russes, MM. Naïdenoff et prince Obolensky, ont fait un voyage aérostatique aux environs de Varsovie. Ils ont monté d'abord presque verticalement jusqu'à la hauteur de $1000^m$; puis le ballon s'est dirigé vers l'ouest-sud-ouest et s'est élevé à la hauteur de $1500^m$.

» On a alors jeté un peu de lest et on a atteint $1700^m$-$1800^m$, après quoi le ballon, continuant à monter, *a décrit un arc de spirale ascendante*, dont la projection horizontale a eu $3^{km}$ de diamètre. On est arrivé ainsi à la hauteur de $3700^m$; quand on a commencé à descendre, *on a décrit de nouveau une spirale*, cette fois *descendante* et dans le sens inverse de la première. Dans les régions basses de l'atmosphère, la descente a été presque verticale. Les conditions générales atmosphériques étaient telles que le ballon a parcouru, pendant six heures de voyage, à peine $16^{km}$ vers le sud-ouest; c'est-à-dire que l'air était calme, à l'exception d'une région à une altitude de $1700^m$-$1800^m$, où l'on rencontrait une espèce de mouvement tourbillonnaire, d'ailleurs peu violent. »

M. **Léopold Hugo** adresse une Note : « Sur le symbolisme de la sphère à méridiens chez les anciens Perses. »

M. **L. Labaume** adresse une Note : « Sur les taches solaires ».

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

---

## *ERRATA.*

(Séance du 8 octobre 1894.)

Note du général *A. de Tillo,* Magnétisme moyen du globe, etc. :

Page 598, ligne 7, deuxième colonne des inclinaisons, *au lieu de* **1892**, *lisez* **1842**.
Même page, ligne 10, première colonne des inclinaisons, *au lieu de* 62°, 8, *lisez* 68°, 8.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 29 OCTOBRE 1894,

PRÉSIDENCE DE M. LŒWY.

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HYDRODYNAMIQUE. — *Vérifications expérimentales de la théorie des déversoirs à nappe noyée en dessous ou adhérente : vérifications relatives aux pressions;* par M. J. BOUSSINESQ.

« I. Le même grand Tableau de la page 76 du Mémoire cité [1] contient d'autres résultats d'observation, notamment au sujet de la pression maximum, que j'appellerai P, dans la section contractée (ou plutôt au-dessus du sommet des filets inférieurs), et touchant l'altitude, que j'appellerai $h_0$, des points à pression nulle dans la même section. Comme, pour déterminer un peu exactement les valeurs théoriques de ces quantités, il faudrait avoir, en fonction de N', ou de N, ou de $n^2$, ou de $k_0$, la valeur (8) de $k$ et, par suite, celle de $c'$, inconnue jusqu'à présent, nous nous bornerons à l'ap-

[1] *Voir* le précédent *Compte rendu,* p. 663. Je profite de l'occasion pour corriger une erreur qui s'est glissée à la dernière ligne de la p. 666 : au lieu de « inférieure », il faut y lire « supérieure ».

proximation que donne l'hypothèse $k = k_0$. En tirant l'expression de $p$ en $z$ des deux formules (1), et procédant ensuite comme à la fin du n° II de ma première Note sur les déversoirs (du 4 juillet 1887, *Comptes rendus*, t. CV, p. 17), il viendra, pour calculer le maximum P et son altitude

$$H = \varepsilon + z\cos\beta,$$

les deux formules

$$(22)\quad \begin{cases} \dfrac{P}{\rho g h(1-c)} = \dfrac{1-k^3n^2}{1-k} - 3\left(\dfrac{kn}{2}\,\dfrac{1-k^2n^2}{1-k}\right)^{\frac{2}{3}}, \\[2ex] \dfrac{H}{h(1-c)} = \dfrac{c}{1-c} - k\dfrac{1-k^2n^2}{1-k} + 2\left(\dfrac{kn}{2}\,\dfrac{1-k^2n^2}{1-k}\right)^{\frac{2}{3}}. \end{cases}$$

» Quant à l'altitude $h_0 = \varepsilon + z\cos\beta$ des points où $p = 0$, on trouve assez facilement, en annulant l'expression de $p$ transformée par la substitution à $z$ de sa valeur en $h_0$, et après avoir chassé la racine évidente $z = \eta$ relative à la surface libre supérieure, l'équation du second degré

$$(23)\quad \alpha^2 - 2\left(\frac{1+k}{2}kn^2 - 1\right)\alpha + (1-n^2)(1-k^2n^2) = 0,\quad \text{où}\quad \alpha = \frac{1-k}{k}\,\frac{h_0-\varepsilon}{h-\varepsilon}.$$

Or la racine à employer ici de cette équation en $\alpha$, savoir, celle qui, dans le cas de $n^2 = 1$ ou de la nappe libre, correspond à la surface inférieure $h_0 = \varepsilon$ et par conséquent s'annule, est

$$(24)\quad \frac{1-k}{k(1-c)}\left(\frac{h_0}{h} - c\right) = \left(\frac{1+k}{2}kn^2 - 1\right) + \sqrt{(1-k)n^2\left(1 - \frac{3+k}{4}k^2n^2\right)}.$$

» L'autre racine de (24), plus petite, et toujours finie comme la première, se réduit, pour $n^2 = 1$, à $-(1-k)(2+k)$. Elle n'est jamais utilisable, ou ne donne pas de valeur de $h_0$ supérieure à $\varepsilon$; car, pour devenir positive, elle devrait passer par zéro, ce qui exigerait, d'après (23), que l'on eût $(1-n^2)(1-k^2n^2) = 0$, c'est-à-dire $1 - k^2n^2 = 0$, hypothèse impossible qui annule l'épaisseur $\eta$ de la nappe.

» II. En faisant $k = k_0$ dans (24) et (22), puis attribuant à $k_0$, $n^2$, $c$ les valeurs qui figurent aux Tableaux précédents, on trouve, jusqu'aux limites où disparaissent $h_0$ et P :

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $k_0 =$ | 0,275 | 0,3 | 0,325 | 0,35 | 0,40 | 0,45 | 0,50 | 0,60, |
| $\dfrac{h_0}{h} =$ | 0,3901 | 0,3644 | 0,3368 | 0,3071 | 0,2402 | 0,1608 | » | », |
| $\dfrac{P}{\rho g h} =$ | 0,0773 | 0,0873 | 0,0982 | 0,1102 | 0,1382 | 0,1728 | 0,2163 | 0,3458, |
| $\dfrac{H}{h} =$ | 0,5543 | 0,5386 | 0,5214 | 0,5026 | 0,4592 | 0,4064 | 0,3410 | 0,1527, |
| $N' =$ | −1,8116 | −1,3264 | −0,9534 | −0,6607 | −0,2381 | 0,0455 | 0,2445 | 0,4970. |

» Pour faciliter les comparaisons, nous y avons joint les pressions relatives N′ sous la nappe au niveau du seuil.

» Les deux ou trois premières colonnes verticales du Tableau se rapportent, comme on sait déjà, aux nappes adhérentes, chez deux desquelles M. Bazin a trouvé environ 0,05 à 0,07 pour rapports de P à $\rho g h$, et, respectivement, 0,36, 0,51 pour rapports de $h_0$ et de H à $h$ : l'accord est suffisant, vu la difficulté des observations, vu aussi la grande étendue relative des variations de $p$ (pouvant aller jusqu'à $2\rho g h$) dans l'intérieur de la section contractée, et eu égard encore à la substitution, seulement approximative, que nous avons effectuée, de $k_0$ à $k$. Toutefois, le cas plus précis de la nappe libre (*Comptes rendus*, t. CXVI, p. 149; 19 juin 1893) ayant déjà paru donner une valeur théorique du rapport de H à $h$ un peu trop forte (0,37 au lieu de 0,34), il y a lieu de remarquer qu'elle l'est également ici (0,55 environ au lieu de 0,51).

» Les colonnes suivantes concernent les nappes noyées en dessous et spécialement celles dont il est fait mention au grand Tableau de la page 76 citée. Les rapports observés de $h_0$ à $h$ sont inférieurs, de 0,01 ou de 0,02, à leurs valeurs théoriques, et ceux de P à $\rho g h$, d'abord inférieurs, de 0,01, pour les valeurs de N′ les plus faibles, puis égaux pour les moyennes, et, enfin, supérieurs, de 0,02 à 0,03, pour les plus fortes : écarts ne dépassant pas ceux auxquels permettaient de s'attendre les raisons données ci-dessus.

» De part et d'autre, c'est sensiblement pour une même valeur de N′, peu différente de 0,12, que le point de pression nulle, s'abaissant de plus en plus, atteint le bas de la nappe, puis disparaît, et encore pour une même valeur de N′, égale environ à 0,50, que le point de pression maximum atteint, lui aussi, à la suite du précédent, le bas de la nappe, pour s'évanouir à son tour [1].

---

[1] Il y a aussi accord suffisant entre le Tableau théorique ci-dessus et les quinze valeurs expérimentales données dans le Tableau de la page 72 du même Mémoire de M. Bazin, pour les nappes produites avec abaissement maximum du niveau d'aval, valeurs concernant dix des rapports de $h_0$ à $h$ et cinq des rapports de P à $\rho g h$. Seulement, les valeurs de N′ n'y figurent pas et devront se déduire, comme on a dit plus haut en note, d'une formule empirique. Il y figure uniquement les valeurs de N; ce qui, on le verra au numéro suivant, ne revient pas tout à fait au même, car les pressions ne varient pas suivant la loi hydrostatique immédiatement au-dessous de la section contractée. De plus, les deux limites (0,04, 0,09) obtenues comme comprenant entre elles cinq autres valeurs du rapport de P à $\rho g h$, qui ne paraissent pas avoir

» III. L'hypothèse de la fluidité parfaite, inévitable, à ce qu'il semble, pour arriver ici à un résultat, paraît constituer, dans le cas des nappes noyées en dessous ou adhérentes, la plus grave imperfection de notre théorie. En effet, la masse liquide que le *frottement intérieur* fait tourbillonner sous la nappe, emprunte son mouvement aux couches inférieures de celle-ci et réduit leur vitesse $V_0$, tandis que, d'autre part, ses propres forces centrifuges, dirigées vers le haut, ne permettent pas à la pesanteur de rendre la pression croissante avec la profondeur $\varepsilon + y$, sous la section contractée, autant que l'indique la loi hydrostatique : double cause de perturbations, surtout locales, il est vrai, mais dont un effet est évidemment, par la diminution imposée à $V_0$, de porter le rapport de la vitesse superficielle $V_1$ à la vitesse maxima $V_0$ un peu au-dessus de sa valeur théorique $k$ (¹).

» On conçoit aussi que, dans les nappes à courbure très forte et très rapidement variable, comme les nappes adhérentes, les divers filets s'éloignent plus que dans les autres du parallélisme, sur la section presque verticale que nous appelons *contractée :* d'où un nouvel écart d'avec la théorie, auquel tient probablement, dans ces nappes, l'existence d'une chute superficielle $h - h' = (1 - K)h$ un peu plus grande que dans les autres, avec un accroissement corrélatif de la vitesse $V_1$ et de son rapport à $V_0$, dès lors en

---

pu être mesurées individuellement avec quelque précision, sont un peu faibles, eu égard aux valeurs de N constatées : ce qui doit tenir à quelque cause perturbatrice encore inconnue.

(¹) Au contraire, dans la nappe libre, les filets inférieurs ne sont pas sensiblement plus ralentis par l'air contigu que les filets supérieurs. Aussi le rapport des vitesses respectives $V_1$, $V_0$ de ceux-ci et de ceux-là n'y excède-t-il guère $k$. En effet, ce rapport a été trouvé par M. Bazin égal à $\frac{1}{1,99} = 0,5025$ sur la section passant par le sommet des filets inférieurs (Mémoire cité du numéro de novembre 1891 des *Annales des Ponts et Chaussées,* Tableau de la p. 57), tandis que la valeur de $k$ la plus approchée que j'aie obtenue pour les mêmes nappes, dans ma Note du 19 juin 1893 (*Comptes rendus,* t. CXVI, p. 1417 et 1322), est

$$0,46854 + 0,2027 \times 0,085 = 0,4858,$$

ou moindre seulement de 0,0167. Le déficit du résultat théorique, savoir, trois centièmes environ de la valeur, peut être dû en majeure partie à la petite influence, négligée dans nos calculs, des vitesses d'amont, qui sont moins faibles pour les filets supérieurs que pour les filets inférieurs, et qui tendent ainsi à accroître encore quelque peu le rapport $\frac{V_1}{V_0}$.

J'avais oublié, dans mes Notes de juin 1893, de mentionner cette vérification assez intéressante de la théorie.

excédent encore plus sensible sur $k$, excédent pouvant atteindre peut-être jusqu'à un cinquième de la valeur.

» Mais on voit que ces quelques imperfections n'empêchent pas la théorie d'esquisser fidèlement l'allure des phénomènes compliqués de l'écoulement par déversoir, jusque dans leurs détails, qu'elle a d'ailleurs fait prévoir ([1]), et même de calculer les plus importants d'entre eux avec une précision satisfaisante. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur l'existence, dans les végétaux, de principes dédoublables avec production d'acide carbonique;* par MM. **Berthelot** et **G. André**.

« Dans le cours des études que nous poursuivons depuis plusieurs années sur la formation par les végétaux des principes immédiats constitutifs de leurs tissus, nous avons observé divers faits qui intéressent le mécanisme chimique de la respiration végétale, ainsi que les méthodes employées aujourd'hui pour doser certains de ces principes. Il s'agit de la formation de l'acide carbonique et de l'absorption de l'oxygène par les feuilles des plantes, sujet si souvent traité par les physiologistes et les chimistes. Nos observations ont été dirigées essentiellement par le dessein de séparer les phénomènes chimiques proprement dits des phénomènes biologiques.

» Nous demandons la permission de rappeler d'abord nos premiers résultats pour mieux faire comprendre l'intérêt des nouvelles expériences. Dans un Mémoire présenté à l'Académie l'année dernière et publié complètement dans les *Annales de Chimie et de Physique* (7e série, t. II, p. 293), nous avons établi, entre autres résultats, que les feuilles de diverses plantes,

---

([1]) Tels sont, par exemple : l'existence d'une contraction inférieure sensible et une valeur approchée de son maximum; le fait que les plus fortes vitesses se produisent, en général, au bas des nappes déversantes et non à leur superficie ou à une petite profondeur au-dessous, contrairement à ce qui arrive partout ailleurs dans les courants liquides à lit découvert; cet autre fait, que, dans les nappes noyées en dessous ou adhérentes, le coefficient $m$ de débit est presque uniquement fonction de la pression relative N ou N' exercée sous la nappe, quand les vitesses d'amont sont négligeables; enfin l'existence et la valeur approchée d'un maximum positif sensible de la pression, dans l'intérieur de la plupart des nappes.

chauffées entre 100° et 110° dans un courant d'hydrogène, dégagent une certaine proportion d'acide carbonique, qui s'élève jusqu'à 0,73 centièmes. Ce dégagement est indépendant des phénomènes biologiques, en raison de la température à laquelle il s'accomplit. Il est également indépendant de la présence de l'oxygène et démontre l'existence dans les feuilles de *principes immediats susceptibles de se décomposer facilement en développant de l'acide carbonique* ([1]).

» Si l'on répète ces expériences en présence de l'air, c'est-à-dire de l'oxygène, toujours entre 100° et 110°, on obtient des doses d'acide carbonique qui s'élèvent jusqu'au double de celles formées en l'absence de l'oxygène : phénomène qui démontre l'existence dans les feuilles de *principes oxydables, susceptibles d'être altérés par l'air, avec une formation propre d'acide carbonique*, correspondante à cette nouvelle réaction.

» Le rapport entre l'acide carbonique produit et l'oxygène absorbé a été mesuré dans une série spéciale d'expériences. On a reconnu que *l'oxygène ainsi absorbé surpasse constamment celui de l'acide carbonique* et peut s'élever, dans certains cas, jusqu'au double et même au triple : ce qui atteste encore l'existence de matières très oxydables dans les feuilles, les produits étant susceptibles de s'accumuler dans certaines conditions, indépendamment de l'acide carbonique exhalé, parce que l'absorption de l'oxygène et la génération de l'acide carbonique ne sont pas liées chez les végétaux par un cycle semblable à celui qui caractérise les animaux supérieurs, et tel que l'être vivant reprenne un état final sensiblement identique à son état initial.

» C'est sur la formation purement chimique de l'acide carbonique, par suite du dédoublement de certains principes immédiats, que roulent nos nouvelles expériences.

» Elles ont été exécutées sur les feuilles des végétaux, celles du lierre notamment, séchées à l'étuve à 110°, puis réduites en poudre fine et chauffées au bain d'huile (maintenu à 120° ou 130°, afin d'écarter toute surchauffe locale), avec une solution aqueuse d'acide chlorhydrique, renfermant 12 pour 100 environ de cet acide. On opère dans une atmosphère d'hydrogène et l'on renouvelle à mesure le liquide qui distille. Ces conditions sont celles de la production bien connue du furfurol, dont le dosage

---

([1]) Voir aussi notre Mémoire *Sur les carbonates dans les plantes vivantes* (*Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. X, faits signalés à la p. 101).

est réputé correspondre à celui des sucres renfermant 5 atomes de carbone et des principes qui en dérivent.

» Or, nous avons reconnu que la réaction qui se manifeste donne naissance à un développement continu d'acide carbonique. Celui-ci n'apparaît qu'au bout de quelque temps; il se produit peu à peu, pendant un certain nombre d'heures, pour diminuer ensuite, sans s'arrêter complètement. La dose totale que nous avons ainsi recueillie surpassait trois centièmes du poids de la matière mise en expérience; dose qui paraîtra considérable si l'on remarque que chaque molécule d'acide carbonique résulte de la décomposition d'un hydrate de carbone, ou principe analogue; en supposant que ce principe contienne 24 ou 36 atomes de carbone et produise 1 molécule d'acide carbonique, le poids de ce dernier composé obtenu répondrait à 25 ou 38 pour 100 du poids total de la feuille sèche mise en expérience, chiffres qui montrent toute l'importance de cette production.

» Rappelons qu'elle s'accomplit en l'absence de l'oxygène, dont l'influence en augmenterait sans doute la proportion.

» On peut s'en rendre compte, soit en admettant l'existence de composés analogues aux éthers carboniques des hydrates de carbone; soit, et plutôt, par la constitution acétonique de certains de ces hydrates, et des corps, tels que l'acide lévulique, engendrés par leur transformation.

» La production de l'acide carbonique est d'ailleurs simultanée avec celle de ces acides humiques, développés sous l'influence des acides étendus et que nous avons déjà eu occasion d'étudier ([1]).

» L'acide $C^{18}H^{16}O^{7}$, notamment, renferme un excès d'hydrogène, tel que la production d'une molécule d'acide carbonique, nécessaire à la formation de 2 molécules de cet acide humique, répondrait à la destruction de douze fois environ son poids d'hydrates de carbone; c'est-à-dire de près de 40 pour 100 du poids de la matière végétale pour 3 centièmes d'acide carbonique produit. Ce ne sont pas là des chiffres négligeables.

» Tout ceci nous conduisait à opérer, non plus sur les feuilles, agrégat de divers principes, mais sur des principes immédiats, uniques et définis. Une première expérience, exécutée sur le sucre de canne chauffé avec l'acide chlorhydrique à 12 centièmes, dans les mêmes conditions, a en effet fourni également un dégagement lent et progressif d'acide carbonique, accompagné par du furfurol (et des acides humiques). Quoique les

---

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XXV, p. 410.

doses ainsi obtenues en quelques heures avec le sucre n'aient pas surpassé un centième, cette observation n'en montre pas moins que les corps observés, acide carbonique et furfurol, peuvent se produire avec les sucres à 12 atomes de carbone et leurs dérivés.

» Pour éclaircir ces questions, nous avons entrepris toute une série de recherches sur les divers hydrates de carbone renfermant 5 et 6 atomes de carbone (ou des multiples), ainsi que sur l'acide lévulique et ses analogues. Il est facile d'en concevoir la grande importance, soit pour déterminer la connaissance de la constitution véritable de ces hydrates et principes immédiats congénères, soit pour préciser la nature des réactions chimiques accomplies dans la respiration végétale.

» L'étude chimique de la fermentation alcoolique des sucres y puisera sans doute quelque lumière. En tous cas, la formation naturelle des principes immédiats des végétaux avec excès d'hydrogène est corrélative de celle de l'élimination d'une portion de l'oxygène de ces derniers, sous forme d'acide carbonique.

» Nous poursuivons l'étude de ces problèmes. »

MÉCANIQUE ANIMALE. — *Des mouvements que certains animaux exécutent pour retomber sur leurs pieds, lorsqu'ils sont précipités d'un lieu élevé.* Note de M. **Marey**.

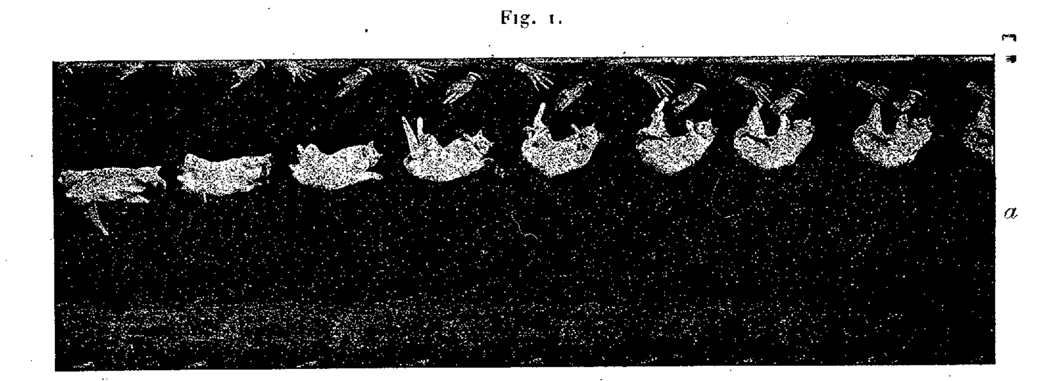
« Dans les études que je poursuis à la Station physiologique sur la locomotion des animaux, il est certains phénomènes que l'œil n'a pas le temps de suivre et dont il est parfois difficile de comprendre le mécanisme. De ce nombre est l'acte par lequel un animal qu'on laisse tomber d'un lieu élevé se retourne, s'il y a lieu, de manière à retomber sur ses pieds, afin d'amortir les chocs au moment de l'atterrissement. Il est un dicton populaire d'après lequel un chat retomberait toujours sur ses pattes. J'ai pu vérifier que le même phénomène s'observe sur d'autres espèces d'animaux, le lapin et le chien, par exemple.

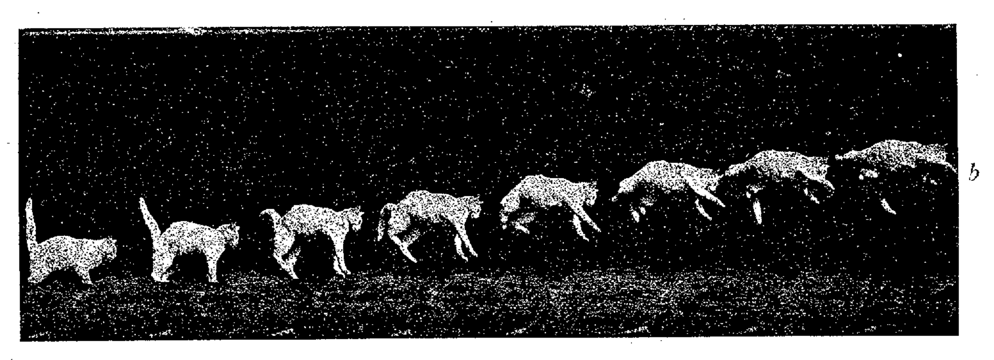
» Cet effet a quelque chose de paradoxal au point de vue mécanique, attendu que ces animaux, libres dans l'espace pendant leur chute, manquent de point d'appui extérieur pour effectuer ce retournement. Quelques personnes ont pu croire que l'animal, au moment où on le lâche, prend appui sur les mains de la personne qui le tenait suspendu.

D'autres ont supposé que, par des actes brusques, l'animal trouvait un appui sur la résistance de l'air.

» Comme l'œil est incapable de saisir ce qui se passe réellement dans ces cas, j'ai recouru à la chronophotographie pour saisir les phases successives du phénomène. Sur la bande pelliculaire qui se déroule au foyer de l'objectif on obtient une série d'images qui, lues de droite à gauche, représentent l'animal à des phases de plus en plus avancées de sa chute et de

Fig. 1.




Chute d'un chat vue de côté. La succession des images se lit de droite à gauche et se poursuit de la série *a* à la série *b*.

son retournement. C'est sur le chat qu'ont été obtenues les deux figures ci-dessus.

» Dans la *fig.* 1 l'animal est vu de côté; il est vu au contraire suivant son axe longitudinal dans la *fig.* 2. Ces deux séries d'images se complètent l'une par l'autre pour faire bien saisir la nature du mouvement exécuté.

» Disposées en forme de zootrope, ces images reproduisent le mouvement

de l'animal dans des conditions très favorables, parce qu'on peut donner une assez grande lenteur au phénomène. En effet, si l'on photographie les images à raison de 60 par seconde, on peut les faire passer au devant de l'œil avec une vitesse de 10 seulement à la seconde ; cela suffit pour que le mouvement paraisse absolument continu. Mais alors il est six fois plus lent que dans la réalité, et comme, à chaque tour du zootrope, le phénomène se reproduit identique à lui-même, on finit par en saisir tous les détails.

» Or on voit que l'animal, d'abord courbé de façon que son dos soit fortement convexe et dirigé en bas, redresse sa colonne vertébrale et la courbe en sens inverse; en même temps, une torsion se produit suivant l'axe vertébral et le couple résultant de l'action musculaire tend à faire tourner la partie antérieure et la partie postérieure du corps en sens contraire l'une de l'autre.

» Mais la rotation de ces deux moitiés du corps est fort inégale. Elle porte d'abord presque exclusivement sur l'avant-main ; puis, quand celui-ci a tourné de 180° environ, c'est l'arrière-main qui tourne.

» L'inspection de ces figures exclut tout d'abord l'idée que l'animal s'imprime un mouvement rotatif, en prenant un point d'appui sur les mains de l'opérateur, car les premières images de chacune des deux séries montrent, que dans les premiers instants de sa chute, l'animal n'avait encore aucune tendance à tourner ni d'un côté, ni de l'autre ; sa rotation ne commence qu'avec la torsion des reins.

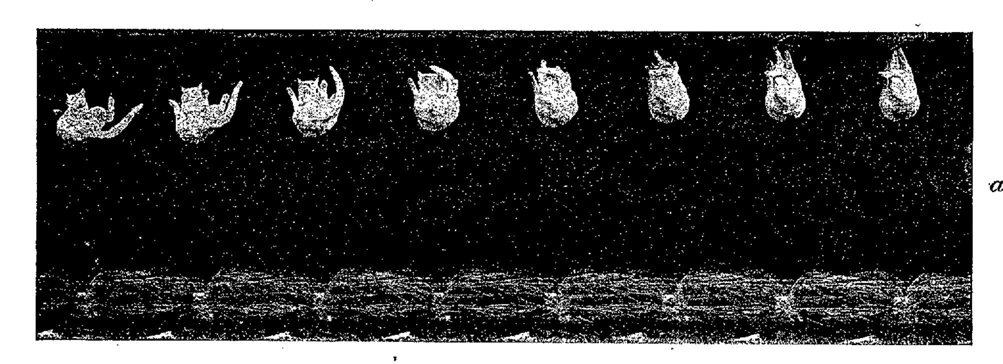
» Quant à l'hypothèse d'un appui sur la résistance de l'air, elle n'est pas plus admissible, car, en raison du sens des mouvements de l'animal, si cette résistance avait des effets sensibles, elle produirait une rotation inverse de celle qui s'observe.

» C'est sur l'inertie de sa propre masse que l'animal prend des appuis successifs pour se retourner. Le couple de torsion que produit l'action des muscles vertébraux agit d'abord sur l'avant-main dont le moment d'inertie est très faible parce que les pattes antérieures sont raccourcies et serrées près du cou, pendant que les membres postérieurs, fortement allongés et presque perpendiculaires à l'axe du corps, présentent un moment d'inertie très résistant au mouvement de sens inverse que le couple tend à produire.

» Dans le second temps, l'attitude des pattes est inverse, et c'est l'inertie de l'avant-main qui fournit un point d'appui pour la rotation de l'arrières

» Cette explication, qui m'a été fournie par notre Confrère Guyou, me

Fig. 2.



a

b

Chute du chat vue suivant l'axe longitudinal du corps.

semble très simple et entièrement satisfaisante; je le prie de vouloir bien l'exposer lui-même sous sa forme mathématique. »

MÉCANIQUE ANIMALE. — *Note relative à la Communication de M.* Marey; par M. **Guyou**.

« Au premier abord, ce retournement spontané de l'animal paraît impossible. On constate, en effet, en comparant la position initiale et la position finale, que chacun des points du corps a décrit une rotation de 180° autour d'un axe longitudinal, et ce résultat semble incompatible avec le théorème des aires. Mais cette incompatibilité n'existe pas. La somme totale des aires ne dépend pas seulement, comme celle des rotations angulaires, de la position initiale et de la position finale; elle dépend aussi des phases intermédiaires du mouvement. Et, dans le cas considéré, cette somme reste con-

stamment nulle, bien que la somme algébrique des rotations soit positive.

» Lorsque, en effet, l'animal, par une contraction des muscles, imprime à son corps un mouvement de torsion, il donne toujours, par l'extension de ses membres, un grand moment d'inertie à la partie qui tourne dans le sens négatif. Il résulte donc du théorème des aires que les rotations négatives ont une valeur angulaire moindre que les rotations positives. Admettons, pour fixer les idées, que les moments d'inertie respectifs des parties avant et arrière du corps aient pour valeurs I quand les membres sont allongés et $i$ quand ils sont ramenés le long du corps. Lorsque l'animal, ayant contracté les pattes antérieures, donne à la partie correspondante du corps une rotation $\Omega$, la partie postérieure tourne d'une quantité négative $\omega$ telle que l'on ait

$$\frac{\Omega}{\omega} = \frac{I}{i}.$$

» Lorsque, ensuite, intervertissant les moments d'inertie par la contraction des pattes de derrière et l'allongement de celles de l'avant, il donne à son corps une torsion inverse, c'est la partie arrière qui tourne dans le sens *positif* de la quantité $\Omega$, et la partie avant dans le sens *négatif* de la quantité $\omega$. Par suite, la somme algébrique des rotations des deux parties est positive et égale à $\Omega - \omega$. Le corps est donc venu dans une position telle que toutes ses parties ont tourné de cette quantité dans le sens positif.

» La rotation totale peut ainsi s'effectuer par mouvements différentiels successifs. »

MÉCANIQUE. — *Observations sur le principe des aires;* par M. **Maurice Lévy.**

« Les expériences de M. Marey ont soulevé, à la dernière séance, cette question : Un chat abandonné à lui-même, les pattes en l'air et sans vitesse initiale, peut-il se retourner sans prendre appui sur la main qui le lâche et alors même qu'il serait dans le vide, en un mot sans le secours d'aucune force extérieure?

» Notre Confrère, le commandant Guyou, avec son sens fin de la Mécanique, a opiné pour l'affirmative. Il donne ses raisons dans une Note présentée ce jour même à l'Académie, ce qui me dispenserait de donner les miennes s'il n'avait bien voulu m'y engager lui-même.

» La question posée équivaut à celle-ci : Un système matériel soumis

uniquement à la pesanteur et à ses actions mutuelles et partant du repos peut-il s'imprimer à lui-même une rotation autour d'un axe horizontal passant par son centre de gravité, en décrivant constamment une somme d'aires nulle? Ce serait manifestement impossible s'il était assujetti à tourner comme un système invariable. Mais on n'exige pas cela; on exige seulement que la forme finale soit la même que la forme initiale, avec une orientation différente. Dans ces conditions il existe un grand nombre de systèmes matériels articulés comme le sont l'homme, le chat et d'autres animaux qui peuvent effectuer le mouvement indiqué.

» Pour le montrer, considérons un point matériel partant d'une position A pour se rendre à une position plus ou moins voisine A', de sorte que, si l'on considère dans l'espace un axe fixe O, l'aire décrite relativement à cet axe est le triangle curviligne AOA' en projection sur un plan perpendiculaire à l'axe. Nous compterons cette aire positivement dans un sens convenu.

» Si le point décrit une courbe fermée, l'aire décrite est indépendante de la position de l'axe O et égale à l'aire de la courbe fermée en projection sur un plan perpendiculaire à l'axe, cette aire comptée positivement ou négativement suivant le sens du mouvement. Nous dirons, dans le dernier cas, que le point a décrit un cycle négatif.

» Considérons à présent un système matériel qui doit se déplacer par lui-même en se rendant d'une position initiale (1) à une position finale (2) où il doit reprendre la même forme que dans la position initiale avec orientation angulaire différente et admettons, pour simplifier le langage, que, s'il se rendait directement et sans changement de forme de la première à la seconde de ces positions, il développerait une quantité de mouvement aréolaire ou, comme nous disons pour abréger, une somme d'aires positive autour d'un axe horizontal passant par son centre de gravité. Il s'agit de voir comment il peut s'y rendre en décrivant, à chaque instant, une somme d'aires nulle autour de cet axe que nous pouvons regarder comme fixe dans l'espace, le mouvement du centre de gravité n'intervenant pas dans la question comme étant indépendant des forces intérieures seules en jeu.

» Admettons que certains points du système aient la liberté de décrire des cycles négatifs : j'entends par là qu'ils ont cette liberté non seulement par suite de leur mode cinématique de liaisons avec les autres points du système, mais qu'ils peuvent décrire ces cycles en n'utilisant que les forces intérieures qui s'exercent entre eux et ces derniers points. Cela

exige que, pendant que les premiers points décrivent les éléments successifs de leurs cycles, les derniers prennent des mouvements correspondants tels que la somme des aires soit nulle à chaque instant. Appelons l'ensemble des premiers points la partie *cyclique* du système et l'ensemble des autres, la partie *non cyclique*.

» Ceci posé, le système étant dans la position (1), faisons décrire un cycle à la partie cyclique du système. Elle décrira ainsi une aire totale *négative* $-$ E, dont la valeur est *fixe*, c'est-à-dire indépendante du mouvement du système par rapport à l'axe horizontal passant par son centre de gravité. La grandeur E est, quelle que soit la déformation du système, la somme des produits des masses des points qui ont accompli des cycles, par les projections sur un plan vertical, perpendiculaire à l'axe, des aires des courbes fermées qu'ils ont décrites.

» Pendant ce temps, la partie non cyclique aura décrit une somme d'aires positive $+$ E.

» Admettons que la partie cyclique, après l'accomplissement des cycles, par conséquent à partir de la position initiale (1), se meuve de façon à s'approcher directement de la position à atteindre (2), c'est-à-dire décrive une aire positive $\varepsilon < E$.

» Pendant ce temps, la partie non cyclique *rétrogradera*, c'est-à-dire s'éloignera de la position (2) en décrivant l'aire négative $-\varepsilon$. Mais, puisque $\varepsilon < E$, elle s'en éloignera moins qu'elle s'en était approchée, en vertu de l'accomplissement des cycles, de sorte qu'en résumé, si l'on compte les aires suivant les chemins directs depuis la position initiale, les deux parties du système ont, l'une et l'autre, décrit des aires positives, à savoir : la partie cyclique l'aire $\varepsilon$, et la partie non cyclique l'aire $E - \varepsilon$. Le système tout entier s'est donc approché de la position finale et, en recommençant les mêmes mouvements un nombre suffisant de fois et, au besoin, une portion de fois, il atteindra cette position.

» Il est facile de voir que de cette façon l'homme peut faire une pirouette sans vitesse initiale et sans le secours de forces extérieures. Si on le suppose étendu horizontalement dans le vide, le dos en bas, il peut avec ses jambes décrire des cycles. Il suffit qu'il les relève tendues, puis qu'il les replie complètement sur elles-mêmes, qu'ensuite il les remette horizontales pliées l'une sur l'autre, et qu'enfin il les retende. L'effet de ce mouvement cyclique sera de relever le buste et la tête au-dessus de l'horizontale primitive. S'il abaisse ensuite progressivement les jambes tendues au-dessous de cette horizontale, le buste s'abaissera lui-même peu à peu.

Son inclinaison, acquise à la fin du cycle, décroîtra, pendant que l'inclinaison des jambes, nulle à la fin du cycle, croîtra. Il arrivera donc un moment où le corps tout entier, d'abord horizontal, se sera incliné comme s'il avait tourné tout d'une pièce. En s'aidant des bras qui peuvent aussi décrire des cycles, et de la flexibilité du buste pour diminuer le moment d'inertie, l'homme augmentera d'autant le mouvement angulaire qu'il se sera donné. Le chat, à plus forte raison, peut se retourner, en décrivant des cycles complets ou partiels avec la tête et le cou, la queue, les pattes, et en diminuant presque à volonté son moment d'inertie, grâce à l'extrême flexibilité de son corps. »

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

HYDRAULIQUE. — *Réduction de l'équation de continuité en Hydraulique à la forme* $\frac{d\rho}{dt} + v_1 \frac{d\rho}{ds} + \rho \frac{dv_1}{ds} - 2\rho v_1 \frac{\delta' \alpha}{ds''} = 0$. Mémoire de M. **P.-E. Touche**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. J. Bertrand, Maurice Lévy, Boussinesq.)

« Nous avons montré que l'équation de continuité en Hydraulique peut être mise sous la forme

$$\frac{d\rho}{dt} + v_1 \frac{d\rho}{ds} + \rho \frac{dv_1}{ds} - \rho v_1 \frac{\delta\alpha}{ds'} - \rho v_1 \frac{\delta'\alpha}{ds''} = 0.$$

» Dans cette équation, $v_1$ est la vitesse suivant la trajectoire dont $ds$ est un élément; $ds'$ est un élément de la normale principale à la trajectoire et sa longueur est la même que celle de $ds$; $ds''$ est un élément de binormale à la trajectoire et sa longueur est aussi la même que celle de $ds$.

» Si nous considérons simultanément l'élément de trajectoire $ds$ et l'élément de normale principale à la trajectoire $ds'$ ou AB, qui partent tous deux d'un point A, la tangente en B à la trajectoire qui passe par ce point fait avec $ds$ l'angle $\delta\alpha$; de même, si nous considérons simultanément l'élément de trajectoire $ds$ et l'élément de binormale à la trajectoire $ds''$ ou AC qui partent tous deux du point A, la tangente en C à la trajectoire qui passe par ce point fait avec $ds$ l'angle $\delta'\alpha$.

» $\rho$ est la densité relative à la masse et $t$ le temps.

» La propriété essentielle des fluides, et incontestable à l'état statique, d'avoir en chaque point une force d'expansion égale dans tous les sens, peut

n'être plus vraie à l'état de mouvement; en effet, si l'on considère la direction de la tangente à la trajectoire et en même temps une direction différente de celle de la tangente, le mouvement pourra altérer l'égalité d'expansion dans ces deux sens; mais, si l'on considère un plan normal en A à la trajectoire, on ne voit aucune raison pour laquelle l'expansion ne soit pas la même, suivant deux lignes menées dans ce plan à partir du point A; le mouvement qui a lieu suivant la perpendiculaire à ce plan ne peut en rien changer, pour ces deux lignes qui y sont comprises, l'égalité d'expansion qui a lieu à l'état statique. C'est, en effet, en vertu de la pression finie au point A, que l'expansion tend à se faire suivant ces deux lignes $ds'$ et $ds''$, et non pas en vertu des différences de pression qui ont lieu aux deux extrémités de $ds'$ et de $ds''$, lesquelles ne peuvent être que des quantités infiniment petites par rapport à la pression finie au point A.

» De là résulte, pour le cas d'un fluide, l'égalité de $\delta\alpha$ et de $\delta'\alpha$. Considérons, en effet, à partir du point A d'une trajectoire, une longueur AB égale à $ds$ suivant la trajectoire, une longueur $ds'$ suivant la normale principale à la trajectoire, et une longueur $ds''$ suivant la binormale à la trajectoire, $ds$, $ds'$ et $ds''$ étant de même longueur; la longueur $ds'$ en A variera en vertu de sa force d'expansion, lorsque nous passerons du point A au point B, et deviendra, pour ce second point, $ds' + \frac{dds'}{ds}ds$; la longueur $ds''$ en A variera en vertu d'une force d'expansion égale lorsque nous passerons du point A au point B et deviendra, pour ce second point, $ds'' + \frac{dds''}{ds}ds$; la force d'expansion dans les deux sens dépend en effet de la pression finie au point A, et ne dépend que pour une quantité infiniment petite par rapport à cette pression, des différences de pression aux deux extrémités des petites droites $ds'$ et $ds''$; il faudra donc que l'on ait

$$\frac{d\,ds'}{ds}ds = \frac{d\,ds''}{ds}ds \qquad \text{ou} \qquad \delta\alpha = \delta'\alpha.$$

» L'équation de continuité se réduit alors à

$$\frac{d\rho}{dt} + v_1\frac{d\rho}{ds} + \rho\frac{dv_1}{ds} - 2\rho v_1\frac{\delta'\alpha}{ds''} = 0. \text{ »}$$

MM. **Fr. Crôtte** et **Ghirelli** adressent un Mémoire « Sur l'aldéhyde formique appliquée à la guérison de la tuberculose et de la phtisie pulmonaire ».

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

M. **F. Becic** adresse une Note, écrite en allemand, sur l'éclairage de la mer.

(Commissaires : MM. Cornu, Mascart, de Bussy.)

M. **F. Becic** adresse une Note, écrite en allemand, sur la destruction des carnassiers.

(Commissaires : MM. Milne-Edwards, Gaudry, Edm. Perrier.)

## CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, le premier Volume d'un Ouvrage de M. *G. Hinrichs*, « Sur la Mécanique des atomes ».

Ce Volume est consacré en grande partie à la discussion des poids atomiques et des méthodes employées pour leur détermination. L'auteur s'appuie sur les valeurs numériques ainsi obtenues pour discuter la question de l'unité de la matière, agitée par les anciens alchimistes (¹), et à laquelle les savants modernes sont ramenés aujourd'hui par les théories générales de la Physique et de la Chimie. Ce sujet est jusqu'ici tout hypothétique et les pages que M. Hinrichs lui consacre méritent d'être lues.

La **Société nationale d'Horticulture de France** informe l'Académie qu'elle organise une Exposition internationale des produits de l'horticulture et des industries qui s'y rattachent, du 22 au 28 mai 1895.

(Renvoi aux Sections de Botanique et d'Économie rurale.)

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *Sur des problèmes de Dynamique dont les équations différentielles admettent un groupe continu.* Note de M. **P. Staeckel**, présentée par M. Picard.

« En continuant mes recherches sur l'application des méthodes de M. S. Lie aux équations différentielles de la Dynamique (*voir* ma Commu-

(¹) Voir *Origines de l'Alchimie*, Livre IV : *Les théories*, p. 247. Le serpent : ἓν τὸ πᾶν, symbole reproduit par M. Hinrichs.

nication précédente du 17 septembre), j'ai trouvé quelques théorèmes intéressants.

» Un *groupe continu* G, qu'admettent les $n-1$ équations différentielles en $p_1, p_2, \ldots, p_n$, est *fini*. Cela résulte d'un théorème général que je dois à M. F. Engel, de Leipzig, qui me l'a communiqué récemment avec une démonstration ingénieuse, théorème selon lequel chaque groupe continu qu'admet un système d'équations différentielles du second ordre

$$y''_\alpha = f_\alpha(y'_1, \ldots, y'_r;\, y_1, \ldots, y_r;\, x) \qquad (\alpha = 1, 2, \ldots, r)$$

doit être fini. Or on sait que chaque transformation infinitésimale d'un groupe fini G appartient à un sous-groupe de G à deux paramètres, et que, par une transformation ponctuelle, les transformations infinitésimales de ce sous-groupe se ramènent à un de ces quatre types :

(1) $$\boxed{\frac{\partial f}{\partial p_1},\ \frac{\partial f}{\partial p_2}}$$

(2) $$\boxed{\frac{\partial f}{\partial p_1},\ p_1\frac{\partial f}{\partial p_1} + p_2\frac{\partial f}{\partial p_2}}$$

(3) $$\boxed{\frac{\partial f}{\partial p_1},\ p_1\frac{\partial f}{\partial p_1}}$$

(4) $$\boxed{\frac{\partial f}{\partial p_1},\ p_2\frac{\partial f}{\partial p_1}}$$

» Le groupe G devant laisser invariant l'équation

$$\sum_{k,\lambda} a_{k\lambda}\, dp_k\, dp_\lambda = 0,$$

on voit aisément qu'il faut exclure les types (3) et (4). Par conséquent *tous les sous-groupes de* G *à deux paramètres sont semblables avec les types* (1) *et* (2).

» Cela posé, considérons le cas spécial $n = 2$. Alors les types (1) et (2) sont *transitifs*. Mais la fonction des forces $\pi$ est un *invariant* du groupe G. Donc nous avons le théorème :

» *L'équation différentielle en* $p_1$ *et* $p_2$ *d'un problème de Dynamique à deux variables, dont la fonction des forces n'est pas une constante, ne peut admettre*

*qu'au plus* UNE *transformation infinitésimale indépendante de la constante h de la force vive.*

» Les conditions sous lesquelles existe cette transformation infinitésimale résultent immédiatement du théorème général donné par moi dans la Communication précédente; d'ailleurs elles ont été déjà trouvées par M. O. Staude (*Leipziger Berichte*, 1892).

» Revenons au cas général. Des calculs assez longs conduisent à ce théorème :

» *Pour que le système des* $n-1$ *équations différentielles en* $p_1, p_2, \ldots, p_n$ *admettent un groupe continu* $G_2$ *à deux paramètres indépendant de la constante h de la force vive il faut et il suffit qu'on puisse choisir les variables* $p_1, p_2, \ldots, p_n$ *de telle sorte que :*

» 1° *La fonction des forces* $\pi$ *dépende seulement de* $p_3, p_4, \ldots, p_n$;

» 2° *L'expression de la force vive se réduise à une de ces deux formes*

$$\text{(A)}\qquad \tfrac{1}{2}e^{\omega_1 p_1+\omega_2 p_2}\sum_{k,\lambda} C_{k\lambda}(p_3, p_4, \ldots, p_n)\frac{dp_k}{dt}\frac{dp_\lambda}{dt},$$

$$\text{(B)}\qquad \tfrac{1}{2}\sum_{k,\lambda} p_2^{\gamma-\varepsilon_{k1}-\varepsilon_{k2}-\varepsilon_{\lambda 1}-\varepsilon_{\lambda 2}} C_{k\lambda}(p_3, p_4, \ldots, p_n)\frac{dp_k}{dt}\frac{dp_\lambda}{dt};$$

$\omega_1$, $\omega_2$ *et* $\gamma$ *sont des constantes arbitraires et on doit prendre* $\varepsilon_{k\lambda}=0$ *pour* $k\neq\lambda$ et $\varepsilon_{kk}=1$.

» *Les transformations infinitésimales du groupe* $G_2$ *sont*

$$\text{(A)}\qquad \boxed{\frac{\partial f}{\partial p_1},\ \frac{\partial f}{\partial p_2}}$$

$$\text{(B)}\qquad \boxed{\frac{\partial f}{\partial p_1},\quad p_1\frac{\partial f}{\partial p_1}+p_2\frac{\partial f}{\partial p_2}}$$

» La démonstration de ces théorèmes sera donnée dans un des cahiers prochains des *Mathematische Annalen*. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la différentiation des séries trigonométriques.* Note de M. **Matyas Lerch**. (Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite.)

« Vous m'avez proposé, Monsieur, la recherche de la différentiation des séries trigonométriques, telles que la série classique de Kummer. Pour

répondre à votre question, je considère la série

$$(1) \qquad f(x) = \sum_{\nu=1}^{\nu=\infty} \frac{c_\nu}{\nu} \sin 2\nu x\pi,$$

en admettant que la série suivante

$$(2) \qquad g(x) = \sum_{\nu=0}^{\nu=\infty} (c_\nu - c_{\nu+1}) \sin(2\nu + 1)x\pi,$$

où $c_0 = 0$, converge uniformément dans un intervalle, je dis que sa valeur donne celle de la dérivée $f'(x)$ par la formule

$$(3) \qquad f'(x) = g(x) \frac{\pi}{\sin \pi x}.$$

» Posons, en effet, $g(x)\frac{\pi}{\sin \pi x} = g_1(x)$, nous aurons

$$\frac{1}{\pi} g_1(x) = \lim_{n=\infty} \sum_{\nu=0}^{\nu=n} (c_\nu - c_{\nu+1}) \frac{\sin(2\nu+1)x\pi}{\sin x\pi},$$

et l'application de la formule d'Abel,

$$\sum_{\nu=0}^{n} a_\nu b_\nu = A_\nu(b_\nu - b_{\nu+1}) + A_n b_n$$

où

$$A_\nu = a_0 + a_1 + \ldots + a_\nu,$$

dans laquelle il faut prendre $a_\nu = c_\nu - c_{\nu+1}$, $b_\nu = \frac{\sin(2\nu+1)x\pi}{\sin x\pi}$, nous donne l'identité

$$\frac{1}{\pi} g_1(x) = \lim_{n=\infty} \left[ \sum_{\nu=0}^{\nu=n-1} c_{\nu+1} 2\cos(2\nu+2)x\pi + c_{n+1} \frac{\sin(2n+1)x\pi}{\sin x\pi} \right].$$

» Cela posé, soient $x_0$, $x_1$ deux points compris dans l'intervalle $(0 \ldots 1)$, où la série $g_1(x)$ est uniformément convergente, on aura, d'après un théorème élémentaire,

$$\int_{x_0}^{x_1} g_1(x)\, dx = \lim_{n=\infty} \left[ \sum_{\nu=1}^{n} \frac{c_\nu}{\nu} (\sin 2\nu x_1 \pi - \sin 2\nu x_0 \pi) + R_n \right],$$

en posant, pour abréger,

$$R_n = c_{n+1}\int_{x_0}^{x_1}\frac{\pi\sin(2n+1)x\pi}{\sin x\pi}\,dx.$$

Or vous trouverez, en intégrant par parties,

$$R_n = -\frac{c_{n+1}}{n+1}\left[\frac{\cos(2n+1)x_1\pi}{\sin x_1\pi} - \frac{\cos(2n+1)x_0\pi}{\sin x_0\pi}\right] - \frac{\pi c_{n+1}}{2n+1}\int_{x_0}^{x_1}\frac{\cos(2n+1)x\pi.\cos x\pi}{\sin^2 x\pi}\,dx;$$

là la quantité infiniment petite $\frac{c_{n+1}}{2n+1}$ se trouve multipliée successivement par deux quantités qui restent finies pour $n$ infini, et nous aurons, par conséquent, $\lim R_n = 0$, ce qui fait voir qu'on a, avec une entière rigueur,

$$\int_{x_0}^{x_1} g_1(x)\,dx = \sum_{\nu=1}^{\infty}\frac{c_\nu}{\nu}(\sin 2\nu x_1\pi - \sin 2\nu x_0\pi) = f(x_1) - f(x_0),$$

ce qui prouve l'exactitude de la formule (3).

» J'applique maintenant le théorème à la série de Kummer

$$\log\Gamma(w) + \frac{1}{2}\log\frac{\sin w\pi}{\pi} + \left(w - \frac{1}{2}\right)[\log 2\pi - \Gamma'(1)] = \sum_{n=1}^{\infty}\frac{\log n}{n\pi}\sin 2nw\pi,$$

la relation (3) me donne le résultat cherché

$$\frac{\Gamma'(w)}{\Gamma(w)}\sin w\pi + \frac{\pi}{2}\cos w\pi + [\log 2\pi - \Gamma'(1)]\sin w\pi = \sum_{n=1}^{\infty}\log\frac{n}{n+1}\sin(2n+1)w\pi.$$

» C'est, Monsieur, la théorie des quantités Malusténiennes qui m'a conduit directement à cette formule, et m'a inspiré la vraie voie pour parvenir au résultat général. Il m'a frappé qu'on puisse, à l'aide de cette règle, trouver la valeur de la série $\sum\frac{\sin 2\nu x\pi}{\nu\pi}$, car, les $c_\nu$ étant égaux, les différences $c_\nu - c_{\nu+1}$ seront nulles, sauf la première $c_0 - c_1$, qui est égale à $-\frac{1}{\pi}$; on aura donc $f'(x) = -\frac{1}{\pi}\sin x\pi\frac{\pi}{\sin x\pi} = -1$, d'où $f'(x) = \text{const.} - x$, et la constante s'obtient en posant $x = \frac{1}{2}$. J'ai étendu la règle aux autres formes, $\sum\frac{c_\nu}{\nu}\cos 2\nu x\pi$, $\sum\frac{2c\nu}{2\nu - 1}\sin(2\nu - 1)x\pi$, ..., et aussi aux séries

$\sum \frac{c_n}{u+n} \frac{\sin}{\cos} [2x\pi(u+n)]$. Un exemple que j'ai considéré m'a conduit à l'identité suivante

$$\sum_{n=-\infty}^{\infty} \frac{\Gamma'(u+n)}{\Gamma(u+n+1)} \sin 2\pi\left(ux+nx-\frac{\pi}{2}\right) = \frac{\pi^2}{\sin u\pi}\left(\frac{1}{2}-x\right).$$

et à d'autres formules analogues. Ce sont des théorèmes qui me font une véritable joie et dont je suis redevable uniquement à votre question, à laquelle je n'ai pu répondre qu'après bien des tâtonnements. »

SPECTROSCOPIE. — *Sur la constitution de l'arc électrique.* Note de M. L. **Thomas**, présentée par M. Mascart.

« La production de franges d'interférences avec la lumière de l'arc montre qu'une région voisine du pôle négatif est sensiblement monochromatique. En éclairant simultanément une moitié du champ avec l'arc et l'autre avec une flamme chargée de sodium, on reconnaît que les deux séries de franges se raccordent exactement. Le phénomène est donc dû à l'éclat considérable qu'acquiert la vapeur de sodium au voisinage du pôle négatif, relativement aux autres gaz présents. On reconnaît en outre que c'est à partir du pôle négatif que la vapeur se répand dans la flamme extérieure.

» Il y avait lieu de supposer que cette accumulation au pôle négatif n'est pas particulière au sodium; mais, pour les autres corps, la question ne pouvait être traitée qu'avec l'aide du spectroscope. Or les modifications éprouvées par les raies métalliques dans les diverses régions de l'arc seraient, d'après M. Lockyer (¹), des plus irrégulières, un corps montrant en même temps certaines lignes près du pôle positif, d'autres près du pôle négatif, d'autres au milieu seulement.

» J'ai repris cette étude, en ayant égard aux deux points suivants : 1° une modification dans une raie ne peut être rapportée sûrement à une région particulière de la source que si, l'image de la source étant projetée sur le plan de la fente, le spectroscope fournit pour chaque point de la fente un spectre linéaire, c'est-à-dire qu'il faut réaliser le *réglage aplanétique* indiqué par M. Cornu dans son beau Mémoire sur les groupes A, B, α

(¹) *Proc. R. S. L.*, t. XXVIII, p. 425.

du spectre solaire, et qui complète si utilement la méthode de M. Lockyer; 2° pour se mettre à l'abri des modifications si fréquentes de l'arc, il convient de réduire l'observation à la plus courte durée possible, et pour cela il suffit de photographier la région du maximum de sensibilité des plaques.

» Les charbons employés sont, soit des charbons ordinaires dont les impuretés sont surtout des composés du fer et du calcium, soit des charbons à âme formée d'un mélange de charbon en poudre et d'un sel métallique. Ces derniers, si le mélange est intime et la proportion de sel pas trop considérable, permettent d'obtenir des spectres très constants.

» Voici les faits observés :

» I. *Fente parallèle aux charbons, partageant l'arc en deux parties égales.* — Les lignes métalliques, visibles sur toute la hauteur, augmentent d'éclat et de largeur du positif au négatif; pour beaucoup, l'augmentation s'exagère brusquement au voisinage de ce dernier; les lignes qui n'occupent qu'une partie de la hauteur s'appuient sur le négatif; c'est au voisinage du négatif que le renversement, lorsqu'il a lieu, est le plus marqué; enfin, tandis que quelques lignes seulement dépassent l'intervalle des charbons, et avec peu d'éclat, presque toutes traversent le négatif et ne s'éteignent qu'à quelque distance.

» II. *Fente parallèle aux charbons, extérieure au cercle brillant qui termine le négatif.* — Le spectre est divisé en deux parties, situées à des niveaux différents : appuyé sur le charbon positif, le spectre de Swan et le spectre du cyanogène, et, au delà, le spectre des vapeurs métalliques présentant son maximum d'éclat à peu près au niveau où se terminent en pointes fines les lignes du premier.

» III. *Fente perpendiculaire aux charbons.* — Les raies métalliques s'étendent beaucoup plus loin que les lignes du spectre des bandes. Ces dernières ont la forme de fuseaux, de largeur constamment décroissante du milieu aux extrémités, quelle que soit la position de la fente entre les deux charbons. Les lignes métalliques ont la même forme au voisinage du négatif; partout ailleurs, elles ont une largeur constante, à part les amincissements des extrémités.

» Dès lors, il est aisé de comprendre les changements fréquents qu'on observe d'un instant à l'autre lorsqu'on examine directement le spectre, et la raison des irrégularités signalées par M. Lockyer, et de quelques singularités qu'il serait trop long de décrire ici.

» Enfin, on voit, extérieurement à l'arc et principalement au voisinage du pôle négatif, des spectres d'oxydes métalliques; les bandes de la chaux et de la baryte sont surtout brillantes.

» L'ensemble de ces faits s'interprète ainsi : L'arc, formé avec une longueur moyenne entre deux charbons contenant des sels métalliques, est constitué par un noyau et une enveloppe; dans le noyau, se trouvent les corps qui émettent les spectres de bandes, carbures ou vapeur de carbone

et cyanogène; dans l'enveloppe circulent, du charbon positif au négatif, les vapeurs métalliques provenant des sels dissociés; les molécules métalliques, après ce transport pour ainsi dire électrolytique sur le pôle négatif, se combinent à l'oxygène de l'air et s'échappent dans la flamme.

» J'ai réussi à obtenir l'image photographique de cette couche, en plaçant devant l'objectif une cuve remplie de fluorescéine. La division est nettement marquée, par suite de la solarisation partielle des clichés; la couche seule est noire; le noyau et les deux surfaces brillantes qui terminent les charbons sont solarisés. Un point intéressant est que la couche vient couper le charbon négatif perpendiculairement à la direction des charbons, ce qui est favorable à l'étude spectroscopique de la vitesse des molécules à l'extrémité de leur parcours. Cette partie de l'enveloppe offre des déviations dans les lignes métalliques; mais, du moins avec les dispersions que j'ai pu employer, ces déviations s'annulent en même temps que l'astigmatisme du spectroscope. Je me propose d'entreprendre de nouvelles expériences à ce sujet.

» On peut, d'après ce qui précède, expliquer les différences d'éclat et de forme des deux pôles. Bien qu'aucune expérience ne montre l'apport des éléments de l'air au pôle positif (sauf peut-être la présence du cyanogène dans le noyau), il n'en est pas moins très vraisemblable et doit jouer un rôle important dans l'élévation de température de ce pôle. L'arc serait ainsi une sorte de voltamètre à gaz. Le charbon positif serait attaqué par les gaz qu'y apporte le courant, le charbon négatif serait protégé par les vapeurs métalliques contre l'accès de l'air.

» A l'appui de cette manière de voir, je citerai les faits suivants :

» Dans une atmosphère très raréfiée, les sections de l'arc au voisinage des deux pôles sont sensiblement égales; dans l'hydrogène, sous une pression d'une dizaine de centimètres, on constate l'éclat plus grand de $H_\alpha$, $H_\beta$, au voisinage du pôle négatif.

» Dans le gaz d'éclairage, en une heure, l'arc dépose sur le charbon positif un amas considérable et régulier de charbon assez compact; le charbon négatif montre un grand nombre de cratères.

» Si le charbon positif est garni de chlorure de strontium, l'arc n'est stable que lorsque le charbon négatif est taillé en un cylindre de petit diamètre, à extrémité arrondie et sur la surface latérale duquel s'appuie normalement la couche de vapeurs de strontium ([1]). »

---

([1]) Laboratoire de Physique de l'École des Sciences d'Alger.

PHYSIQUE. — *Relation entre les tensions maxima de vapeur de l'eau, de la glace et d'une solution saline au point de congélation de cette solution.* Note de M. **A. Ponsot**, présentée par M. Amagat.

« A la température de congélation d'une dissolution, lorsque celle-ci ne supporte d'autre pression que celle de sa vapeur, il y a égalité entre cette pression et la tension maximum de vapeur de la glace. Il suffit donc de trouver une relation entre les tensions maxima de vapeur de l'eau et de la glace à une même température.

» I. Je considère le cycle isotherme et réversible suivant : Soit, à T°, 1gr de glace; sa tension de vapeur est $f$. 1° La glace est comprimée de $f$ à P, pression sous laquelle peut être opérée la fusion à T°; A est la variation d'énergie interne, T$r$ le travail externe effectué par la glace. 2° La glace est fondue à température et à pression constantes; $l_1$ est la variation d'énergie interne, $P(u'_P - u_P)$ le travail externe; $u'_P$ le volume de 1gr d'eau et $u_P$ celui de 1gr de glace, à T° et sous la pression P. 3° La pression sur l'eau est réduite de P à F, tension maximum de sa vapeur; B est la variation d'énergie interne, T$r'$ le travail externe. 4° L'eau est vaporisée sous la pression F, $\lambda_1$ est la variation d'énergie interne, $F(V - u'_F)$ le travail externe; V est le volume de 1gr de vapeur à la pression F. 5° Il y a détente de la vapeur jusqu'à la pression $f$; d'après plusieurs physiciens, on admet qu'aux températures voisines de 0°, la vapeur d'eau suit presque exactement les lois de Mariotte et de Gay-Lussac : la variation d'énergie interne C est donc presque nulle et $RT \log\frac{F}{f}$ représente le travail externe; R se rapporte à 1gr de vapeur. 6° La vapeur est condensée en glace : $\lambda_2$ est la variation d'énergie interne; $f(u_f - v)$ le travail externe; $v$ le volume de 1gr de vapeur sous la pression $f$. On a

$$(1) \qquad \Sigma\Delta U = 0, \qquad (A + l_1 + B) + (\lambda_1 + c + \lambda_2) = 0,$$

$$(2) \quad \begin{cases} \Sigma \text{Trav. ext.} = 0, \\ Tr + P(u'_P - u_P) + Tr' + F(V - u'_F) + RT\log\frac{F}{f} + f(u_f - v) = 0, \\ \text{ou} \\ Tr + P(u'_P - u_P) + Tr' = -\left(RT\log\frac{F}{f} + fu_f - Fu'_F\right). \end{cases}$$

» II. Je considère le cycle fermé réversible suivant : Soit 1gr de glace

au *point triple* $T_0$, où $F_0$ est la tension commune de la vapeur de l'eau et de la glace : 1° la fusion est opérée sous cette pression, $l_0$ est la variation d'énergie interne; 2° l'eau est portée de $T_0$ à $T < T_0$; $C_e(T - T_0)$ représente la variation d'énergie interne, si l'on néglige la chaleur nécessaire pour effectuer le travail externe correspondant; 3° 4° ou 5° l'eau est vaporisée, la vapeur se détend, elle se condense en glace comme dans le cycle précédent; 6° la glace est ramenée à 0°; $C_g(T_0 - T)$ représente avec une erreur négligeable la variation d'énergie interne. On a

$$\Sigma \Delta U = 0, \qquad [l_0 - (c_e - c_g)(T_0 - T)] + (\lambda_1 + c + \lambda_2) = 0,$$

et à cause de l'égalité (1) $l_0 - (c_e - c_g)(T_0 - T) = A + l_1 + B$.

» En résumé : dans la fusion à température constante T, la variation d'énergie interne est

$$(3) \qquad l_T = l_0 - (c_e - c_g)(T_0 - T);$$

de plus, la somme des travaux externes effectués par le corps dans la fusion est $-Tr_T = -\left(RT\log\frac{F}{f} + fu_f - Fu'_F\right)$.

» III. Je considère le cycle élémentaire et réversible suivant : 1^gr de glace à T est porté à $T + dT$, où lui fournit $C_g\,dT$; cette glace est fondue, où lui fournit $l_{T+dT}$ pour la variation d'énergie interne et $-\mathcal{A}Tr_{T+dT}$ pour les travaux externes; on ramène l'eau à la température T, où lui fournit $-c_e\,dT$; puis, on opère la solidification en lui fournissant $-l_T$ et $+\mathcal{A}Tr_T$.

» La variation d'entropie étant nulle, on a

$$l_{T+dT} - \frac{dT}{T}(c_e - c_g) - \frac{l_T}{T} - \mathcal{A}\frac{Tr_{T+dT}}{T+dT} + \mathcal{A}\frac{Tr_T}{T} = 0.$$

» On peut considérer les mêmes opérations réversibles entre $T + dT$ et $T + 2dT$, $T + 2dT$ et $T + 3dT$, ..., jusqu'à $T_0 - dT$ et $T_0$; en faisant la somme des égalités obtenues, en remarquant que dans $\frac{Tr_T}{T}$, $\frac{fu_f - Fu'_F}{T}$ peut disparaître avec $-\frac{F(u_0 - u'_0)}{T_0}$, en remplaçant aussi $l_T$ par sa valeur, on a

$$(4) \qquad RT\log\frac{F}{f} = E\left[\frac{l_0}{T_0}(T_0 - T) - (C_e - C_g)T\left(\frac{T_0 - T}{T} - \log\frac{T_0}{T}\right)\right].$$

» $RT\log\frac{F}{f}$ est le *travail osmotique* d'une dissolution à son point de congélation, ou encore sa *hauteur osmotique*.

» *Vérification de la relation* (4) : La Table ci-dessous donne (A), $\log\frac{F}{f}$

calculé d'après la relation (4) en prenant $l_0 = 79,25$, $C_e = 1$, $C_g = 0,51$, $R = 4706,23^{gr.cm}$, $E = 42500^{gr.cm}$; les valeurs de $\log \frac{F}{f}$ tirées des observations de Jühlin (B) et de Fischer (C); les valeurs calculées pour $f$ en admettant F donné par l'expérience (D et D'); les valeurs de $f$ tirées des observations (E et E').

| | A. | B. | C. | D. | E. | | D'. | E'. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ° | | | | mm | mm | | mm | mm | |
| — 1 | 0,00960849 | 0,010528 | 0,0069837 | 4,255 | 4,251 | —4 | 4,27 | 4,28 | +1 |
| — 2 | 0,0192209 | 0,0199694 | 0,0176076 | 3,919 | 3,916 | —3 | 3,93 | 3,94 | +1 |
| — 3 | 0,0288477 | 0,027857 | 0,029929 | 3,607 | 3,611 | +4 | 3,62 | 3,62 | 0 |
| — 4 | 0,0384854 | 0,038101 | 0,0411753 | 3,320 | 3,321 | +1 | 3,34 | 3,33 | —1 |
| — 5 | 0,0481335 | 0,0482847 | 0,050958 | 3,052 | 3,052 | 0 | 3,07 | 3,06 | —1 |
| — 6 | 0,0577916 | 0,0570893 | 0,0620783 | 2,806 | 2,808 | +2 | 2,82 | 2,81 | —1 |
| — 7 | 0,0674863 | 0,06554 | 0,0746847 | 2,578 | 2,583 | +5 | 2,60 | 2,58 | —2 |
| — 8 | 0,077140 | 0,074637 | 0,084954 | 2,638 | 2,374 | +6 | 2,39 | 2,37 | —2 |
| — 9 | 0,0868296 | 0,084431 | 0,0915513 | 2,174 | 2,179 | +5 | 2,20 | 2,19 | —1 |
| —10 | 0,096529 | 0,09543 | 0,102877 | 1,995 | 1,997 | +2 | 2,04 | 2,03 | —1 |
| —11 | 0,1062376 | 0,107276 | » | 1,830 | 1,828 | —2 | » | » | » |
| —12 | 0,115956 | 0,11937 | » | 1,678 | 1,673 | —5 | » | » | » |

» Les observations de Fischer vérifient la relation (4) d'une manière très satisfaisante, car le troisième chiffre décimal dans la valeur de $f$ résulte du calcul d'interpolation appliqué aux résultats de l'expérience.

» Pour une solution *très étendue*, à son point de congélation, ou pour l'eau et la glace dans le voisinage du point triple, la relation (4) donne

$$\log \frac{F}{f} \text{ ou } \frac{F-f}{f \text{ ou } F} = \frac{E l_0}{R T_0^2}(T_0 - T) = \frac{1}{104,14}(T_0 - T),$$

c'est-à-dire que la diminution relative de tension de vapeur est environ 104 fois plus petite que l'abaissement du point de congélation. Cette dernière relation a déjà été donnée par Guldberg (*Comptes rendus*, t. LXX), mais sans spécifier que $l_0$ est la chaleur latente interne de fusion. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les produits gazeux qui se dégagent du charbon de bois lorsqu'il est soumis à une haute température à l'abri du contact de l'air.* Note de M. **Dosmond**, présentée par M. Henri Moissan.

« En poursuivant, depuis plusieurs années, des expériences de laboratoire ayant pour objet l'étude de l'action de l'oxyde de carbone sur la con-

servation des matières organiques, je fus amené à rechercher un procédé de préparation permettant d'obtenir ce gaz rapidement et économiquement. Parmi les procédés connus, je donnai la préférence à celui qui consiste à réduire l'acide carbonique par le charbon porté au rouge.

» L'acide carbonique accumulé dans un gazomètre était mis sous pression et lancé dans des cornues de fonte exactement remplies de charbon de bois porté au rouge. Les gaz sortant des cornues se lavaient dans un barboteur, sous une pression d'environ $30^{cm}$ d'eau, et se rendaient dans des gazomètres. C'était le dispositif amplifié de l'expérience classique de laboratoire et l'application de la formule $C + CO^2 = 2CO$. Mais, quelle que fût la pression exercée sur le gazomètre à acide carbonique, je constatai les deux faits suivants :

» 1° Impossibilité de faire passer l'acide carbonique sur les charbons, à cause de la pression qui se développait dans les cornues;

» 2° Dégagement régulier d'un courant gazeux provenant du charbon, qui emplissait rapidement les gazomètres primitivement destinés à recueillir l'oxyde de carbone.

» Je fermai alors le robinet mettant en communication le gazomètre à acide carbonique avec les cornues et je constatai que le charbon de bois, à partir du rouge sombre, fournit des produits gazeux de distillation dont la composition moyenne répond à :

| | |
|---|---|
| Acide carbonique | 9,14 |
| Oxygène | 0,26 |
| Oxyde de carbone | 18,08 |
| Hydrogène | 49,11 |
| Gaz des marais | 16,04 |
| Azote | 7,37 |
| | 100,00 (¹). |

» Par suite, la réaction $C + CO^2 = 2CO$, admise, jusqu'à présent, comme l'expression de la vérité, est beaucoup plus compliquée que ne l'indique la formule ci-dessus.

» J'ajouterai que les volumes de gaz recueilli (à partir du moment où la réaction est régulière) ont avec les poids correspondants de charbon les relations suivantes :

» $2^{kg},640$ de charbon de bois ont fourni $450^{lit}$ de gaz, d'où $1^{kg}$ de charbon donnerait environ $170^{lit}$ de gaz.

» Dans une expérience de laboratoire, le rendement a été notablement supérieur.

---

(¹) Nous devons cette analyse à l'obligeance de MM. Girard et Ogier.

35gr de charbon ont dégagé 8lit,77, soit environ 250lit de gaz par kilogramme de charbon employé.

» Enfin, le charbon de bois qui a servi à l'opération présente, à s'y méprendre, l'aspect du charbon ordinaire; il brûle avec facilité, sans odeur ni fumée, et peut, dans certains cas, offrir des avantages appréciables sur ce dernier.

» Quant aux propriétés antiseptiques du mélange gazeux obtenu, je les ai trouvées supérieures à celles de l'oxyde de carbone. Bien que diverses réactions puissent intervenir pour expliquer la complexité du mélange gazeux obtenu, il nous semble que l'on doit attribuer la majeure partie de ce dégagement à la décomposition pyrogénée de corps organiques solides ou liquides condensés dans le charbon de bois. Ce fait nous semble entièrement nouveau. Il nous indique que dans l'empoisonnement par ce que l'on appelle vulgairement les vapeurs de charbon, l'oxyde de carbone ne provient pas du fait seul d'une combustion incomplète. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les températures de transformation des fers et aciers.* Note de M. **Georges Charpy**, présentée par M. Henri Moissan.

« L'étude des dégagements de chaleur qui se produisent à certaines températures pendant le refroidissement d'un corps, pour caractériser les transformations subies par ce corps, a été appliquée au soufre par Regnault, aux composés du fer par M. Osmond. L'application de la méthode de M. Osmond à quelques échantillons d'acier m'a conduit à des résultats que je crois intéressant de signaler.

» L'appareil employé comprenait : 1° comme appareil de chauffage, un four chauffé par le passage d'un courant électrique dans un fil de platine; 2° comme appareil de mesure, un pyromètre Le Chatelier inscrivant photographiquement ses indications sur une feuille de papier sensible enroulée sur un cylindre de chronographe. Ces dispositions permettaient d'observer aussi facilement l'échauffement que le refroidissement et de faire varier notablement la durée des expériences sans diminuer la précision.

» Le Tableau suivant indique les températures critiques (absorption ou dégagement de chaleur) observées pendant l'échauffement ou le refroidissement de cinq aciers extra-doux [1]; je désignerai ces points critiques, comme M. Osmond, par les lettres $a_1$, $a_2$, $a_3$.

---

[1] Ces échantillons, dont la préparation était fort délicate, m'ont été donnés par

| | $a_1$. | | $a_2$. | | $a_3$. | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Échauffement. | Refroidissement. | Échauffement. | Refroidissement. | Échauffement. | Refroidissement. |
| Acier contenant 0,07 de carbone............. | » | » | 740 | 730 | 865 | 840 |
| Acier contenant 0,09 de carbone.............. | 722 | 664 | 744 | 731 | 903 | 860 |
| Acier contenant 0,07 de C et 1,15 de nickel.... | 710 | 698 | 744 | 732 | 835 | » |
| Acier contenant 0,08 de C et 0,75 de chrome.. | » | 675 | 744 | 744 | 860 | 789 |
| Acier contenant 0,11 de C et 0,60 de tungstène. | » | 630 | 749 | 740 | 923 | 877 |

» Ces chiffres sont la moyenne de plusieurs expériences différant entre elles de quelques unités.

» Dans tous ces métaux doux, le point $a_1$, qui est ordinairement d'autant plus marqué que la teneur en carbone est plus élevée, se trouve naturellement à peine indiqué; le point $a_3$, très apparent en général, varie beaucoup, non seulement avec la nature du métal, mais aussi avec la rapidité du chauffage; mais le point $a_2$ est remarquablement fixe et semble indiquer une transformation nettement réversible, puisqu'il se produit à la même température pendant l'échauffement et le refroidissement. Des mesures, exécutées tout récemment par M. Arnold sur des métaux tout différents, montraient aussi cette fixité de $a_2$ dans les aciers doux.

» Les essais mécaniques effectués après trempe indiquent que le palier rectiligne de la courbe de traction disparaît lorsque le métal a été chauffé entre 750° et 800°, puis trempé. Le point critique $a_2$ correspondrait donc à la transformation du fer qui se produit par écrouissage à froid et que caractérise la portion rectiligne de la courbe de traction.

» Pour vérifier cette conclusion, j'ai étudié l'échauffement des mêmes aciers après les avoir étirés à froid. Le plus souvent les courbes sont identiques à celles que donne le métal recuit; il en est, d'ailleurs, de même pour les métaux trempés. Cela indique que les transformations produites par la trempe ou l'écrouissage ne sont pas stables à froid et disparaissent par recuit à une température inférieure à la température de transformation. Cependant, en augmentant la vitesse de l'échauffement, j'ai obtenu pour l'acier étiré des courbes dans lesquelles le point de 740° n'existait pas; deux expériences ont montré ce résultat très nettement; dans quatre autres essais, le point de 740° était remplacé par une sorte de bosse répartie sur une grande longueur entre 720° et 740°.

» Ces résultats, rapprochés de ce fait que les cinq aciers étudiés présentent le palier rectiligne à l'essai de traction et ne le présentent plus

---

M. Léon Lévy, directeur des Forges de Châtillon et Commentry, que je tiens à remercier ici.

après étirage à froid ou trempe entre 750° et 800°, semblent indiquer que la transformation du fer, qui est caractérisée par le palier rectiligne de la courbe de traction, correspond au point critique de 740°. Ces résultats sont d'accord avec ceux de M. Curie qui trouve que, au point de vue magnétique, le fer se comporte normalement jusqu'à 800°; en effet, la transformation du fer a bien une influence sur les propriétés magnétiques, mais une influence très faible par rapport à celle de la température, et qui doit être masquée par celle-ci.

» En rapprochant donc tous les faits observés, on pourrait énoncer les conclusions suivantes : le point $a_1$ (690°-700°) correspond à la transformation du carbone caractérisée par l'essai Eggertz, transformation qui augmente notablement la durée de l'acier; le point $a_2$ (740°) correspond à la transformation du fer caractérisée par le palier rectiligne de la courbe de traction; cette transformation modifie légèrement les propriétés magnétiques ou mécaniques; à ce dernier point de vue elle peut avoir de l'importance, par suite de la variation du volume qui lui correspond, en développant des tensions qui peuvent devenir considérables dans les grosses pièces; le point $a_3$ (860°) correspond à une deuxième transformation du fer qui, jusqu'ici, semble influer surtout sur les propriétés magnétiques. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la kermésite.* Note de M. **H. Baubigny**, présentée par M. Troost.

« J'ai établi dans une Note précédente ([1]) que le cinabre ou vermillon d'antimoine n'était, en tant qu'espèce chimique, que le sulfure ordinaire, contrairement à l'opinion de Wagner ([2]), qui l'avait assimilé, comme composition et espèce, à la kermésite naturelle, un oxysulfure, d'après l'analyse de Rose. Cette détermination, faite en 1825 sur un échantillon que Rose avait reçu de Weiss, étant la seule analyse qui ait jamais été faite de ce minéral, je fus amené naturellement à la vérifier.

» Rose, après avoir séché le minéral, le traitait à chaud par l'hydrogène sec et faisait traverser au gaz dégagé un tube de chlorure de calcium. Des poids de la kermésite, du métal resté et de l'eau recueillie, il déduisait la

([1]) *Comptes rendus*, t. CXIX, p. 687.
([2]) *Pogg. Ann.*, t. III, p. 452.

composition en tant qu'oxygène et antimoine. Il fit ainsi deux déterminations et obtint :

| | Oxygène pour 100. | Antimoine pour 100. |
|---|---|---|
| Pour la première ............. | 5,29 | 74,45 |
| Pour la seconde ............... | 4,27 | 75,66 |

» Par un troisième essai, en oxydant par l'eau régale et dissolvant l'acide antimonique formé à l'aide de l'acide tartrique, il avait la richesse en soufre à l'aide du poids du sulfate de baryte recueilli. Il trouva ainsi $S = 20,49$ pour 100.

» De ces résultats, Rose tira la conclusion que les quantités d'oxyde et de sulfure d'antimoine étaient dans le rapport de 1 équivalent du premier à 2 du second.

» Excellent au point de vue qualitatif, le procédé adopté par Rose n'est pas à l'abri des objections comme méthode de dosage, du moins en ce qui concerne la détermination de l'oxygène; puisque pour des poids de kermésite s'élevant à $0^{gr},908$ et $0^{gr},978$, — ceux sur lesquels Rose a opéré, — les poids d'eau recueillie n'étaient que de $54^{mgr}$ et $47^{mgr}$, quantités qu'un gaz imparfaitement desséché et employé à l'état de courant peut aisément apporter avec lui à l'état de vapeur, et surtout parce qu'à de faibles écarts dans le poids de l'eau correspond une différence très notable pour la composition, ainsi que le montre nettement l'expression en centièmes des résultats analytiques.

» Dans ces conditions, il m'a paru plus rationnel de n'accorder de crédit qu'au dosage de l'antimoine et du soufre, de ce dernier surtout, sous forme de sulfate de baryte, puisque, pour une même quantité de sulfure d'antimoine $Sb^2S^3$ et d'oxysulfure $Sb^2OS^2$, suivant la formule attribuée par Rose à la kermésite, l'écart de poids est tel que le sulfate de baryte que peut fournir l'oxysulfure n'est très sensiblement que les $\frac{70}{100}$ du poids de celui que donne le sulfure $Sb^2S^3$.

» Mais, avant de commencer l'analyse, je crus devoir rechercher si les cristaux de kermésite en ma possession ne renfermaient pas à l'état de mélange de petites quantités d'oxyde d'antimoine et de berthiérite, en un mot étudier ses propriétés chimiques et sa pureté.

» Les cristaux sont, en général, constitués par de petites aiguilles brillantes, d'un brun rouge, formant des petits amas à texture rayonnée, sur une roche ferrifère. Ils sont nettement distincts de ceux de la stibine, dont on voit souvent des échantillons dans le voisinage sur la même roche, mais auxquels ils ne sont que fort rarement mé-

langés. Ils sont seulement pénétrés par de petits cristaux de quartz dont on peut les débarrasser assez facilement par un triage mécanique à la loupe.

» A la température ordinaire, une solution d'acide tartrique à 7 pour 100 et froide ne semble pas altérer ces cristaux; même, après plusieurs jours d'action, ils ont conservé leur couleur, leur éclat. Leur examen microscopique ne révèle non plus aucune altération de forme. Enfin, si on les maintient quelque temps dans ce liquide vers 60°-70°, on ne perçoit aucune odeur d'hydrogène sulfuré. Par contre, cette liqueur tartrique, par l'addition d'une seule goutte d'une solution de gaz sulfhydrique, prend une teinte jaune due à la formation de sulfure d'antimoine, dont la quantité a toujours été minime, puisque la teinte n'augmente pas sensiblement si l'on ajoute de l'hydrogène sulfuré. Lavé après ce premier traitement, le minéral n'abandonne plus rien par un deuxième. Il semblerait donc qu'avec la kermésite se trouvent à l'état de mélange des traces d'oxyde d'antimoine, exitèle ou autre.

» Enfin 180$^{mgr}$ de kermésite furent dissous par l'eau de brome en présence d'acide tartrique. L'excès de brome ayant été chassé, on ajouta d'abord quelques gouttes d'acide chlorhydrique, puis une à deux gouttes de solution de gaz sulfhydrique [1]; le manque de coloration brune prouva l'absence du plomb, du cuivre, etc. Quant au fer, il n'en existait pas non plus, car la liqueur purgée de la totalité de l'antimoine par l'hydrogène sulfuré ne donna lieu, par addition d'ammoniaque, à aucune formation de sulfure de fer.

» La pureté de l'échantillon vérifiée, il fut procédé à l'analyse.

» La pesée faite, $p = 0^{gr},4715$, les cristaux furent mis en digestion dans une solution tartrique à 7 pour 100, et la liqueur, après filtration et acidifiée légèrement, fut traitée par l'hydrogène sulfuré.

» Au bout de dix-huit heures de repos, le trouble produit à l'origine avait donné un léger dépôt de sulfure d'antimoine, qui, à la pesée, donna $Sb^2S^3 = 0^{gr},003$.

» Le minéral fut alors oxydé par le brome, en présence d'acide chlorhydrique, en vase fermé. L'action terminée, il ne restait qu'un peu de quartz qui, lavé et séché, était parfaitement blanc et pur, $SiO^2 = 0^{gr},0031$.

» Si l'on admet que les $0^{gr},003$ de $Sb^2S^3$ dosés précédemment représentaient de l'oxyde libre, on avait donc $Sb^2O^3 = \frac{6}{7}3 = 2^{mgr},6$, et, en résumé, le poids réel de kermésite mis en œuvre était

$$0^{gr},4715 - (0,0031 + 0,0026) = 0^{gr},4658,$$

dont la solution chlorhydrique, débarrassée de l'excès de brome, fut d'abord traitée par le gaz sulfhydrique et, selon les conditions d'usage, filtrée après quelques heures d'attente, en chauffant à 60°-70°. Le sulfure, desséché dans un courant d'acide $CO^2$ à 300°, a donné $Sb^2S^3 = 0^{gr},490$.

» Quant au soufre dosé comme sulfate de baryte, en précipitant à l'ébullition

(1) Dans ces conditions, l'action de $H^2S$ sur l'acide antimonique formé ne se produisant qu'à la longue, on peut alors déceler des traces des autres métaux : plomb, cuivre, etc.

l'acide sulfurique formé par un excès de chlorure de baryum, toujours employé sous forme de *solution titrée*, il donna $BaSO^4 = 0^{gr},680$, en réunissant au premier précipité recueilli la petite quantité de sulfate retenue en solution dans la liqueur à la faveur de l'acide chlorhydrique et obtenue par évaporation à siccité, puis reprise et lavage avec l'eau.

» Exprimée en centièmes, la composition de la kermésite correspond bien à l'oxysulfure $Sb^2OS^2$. On a en effet :

| | Pour $Sb^2S^3$ | | Pour $Sb^2OS^2$ | | Trouvé |
|---|---|---|---|---|---|
| | | pour 100. | | pour 100. | pour 100. |
| Sb ........ | 240 | 71,43 | 240 | 75 | 75,13 |
| S ......... | 96 | 28,57 | 64 | 20 | 20,04 |
| O ......... | » | » | 16 | 5 | par différence. |

» Ces résultats sont donc en complet accord avec ceux de H. Rose; la kermésite naturelle est bien un oxysulfure, celui qu'il a indiqué $Sb^2OS^2$, et l'assimilation qu'en a faite Wagner avec le vermillon d'antimoine est erronée. Jusqu'à ce jour, les oxysulfures d'antimoine n'ont pu être préparés que par voie sèche; on peut même les obtenir cristallisés et comme composés à proportions définies, mais, dans aucun cas, par voie humide, d'une manière positive. »

STÉRÉOCHIMIE. — *Superposition des effets optiques des divers carbones asymétriques dans une même molécule active.* Note de MM. **Ph.-A. Guye** et M. **Gautier**, présentée par M. Friedel [1].

« 1. Nous nous sommes proposé de déterminer expérimentalement les actions attribuables aux divers carbones asymétriques d'une même molécule active, et de rechercher, si possible, la loi suivant laquelle ces actions se superposent. Indépendamment de l'intérêt que cette question peut présenter en elle-même, il importe de la résoudre si l'on veut appliquer aux corps à plusieurs carbones asymétriques les règles qui se déduisent de la formule du produit d'asymétrie pour les corps à un seul carbone asymétrique [2].

» Jusqu'à présent, nos recherches nous ont montré que cette question

[1] Genève, Laboratoire de Chimie de l'Université.

[2] Ph.-A. Guye, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. XXV, p. 145, et *Archives Sc. ph. et nat. de Genève*, 3e série, t. XXVI, p. 91.

peut être ramenée à deux principes fondamentaux dont nous donnons plus loin une première vérification.

» PREMIER PRINCIPE. — *Dans une molécule contenant plusieurs carbones asymétriques, chacun d'eux agit comme si tout le reste de la molécule était inactif.*

» Sans avoir été énoncé sous cette forme, ce principe, que l'on pourrait appeler *principe de l'indépendance des effets optiques des carbones asymétriques*, est celui dont l'un de nous a fait usage antérieurement en étudiant les corps à deux carbones asymétriques identiques. On sait, en effet, que la position du centre de gravité du schéma d'un des carbones asymétriques de l'acide tartrique, soit $\begin{matrix}HO\\H\end{matrix}\!\!>\!C\!<\!\!\begin{matrix}CO\,OH\\CH(OH).CO\,OH\end{matrix}$, a été déterminée en regardant le groupe CH(OH).COOH comme le plus lourd, sans prendre en considération le fait que ce groupe contient lui-même un carbone asymétrique; des raisonnements semblables ont été appliqués au valérate d'amyle, à l'oxyde d'amyle, à l'oxalate d'amyle, à la diamylamine et à la triamylamine (¹).

» DEUXIÈME PRINCIPE. — *Les effets optiques des divers carbones asymétriques dans une même molécule s'ajoutent algébriquement.*

» Ce principe de la *superposition algébrique des effets optiques des carbones asymétriques* (²) est déjà implicitement admis dans la notation des isomères actifs. Ainsi, on dit fréquemment qu'avec deux carbones asymétriques A et B, on peut concevoir quatre isomères optiques que l'on désigne d'une façon abrégée : $A + B$, $A - B$, $-A - B$, $-A + B$. Nos recherches actuelles tendent à prouver qu'il y a là plus qu'une notation, et que cette loi de superposition algébrique concerne aussi les pouvoirs rotatoires.

» L'importance de ces deux principes apparaît dans une de leurs conséquences qui, sans autre développement, peut s'énoncer ainsi :

» *Le pouvoir rotatoire d'un corps à plusieurs carbones asymétriques s'obtient* a priori *en évaluant l'effet optique de chaque carbone asymétrique comme*

---

(¹) GUYE, *Ann., loc. cit.*, p. 176, 179, 181, 184 et 193.

(²) Ce principe a été énoncé par Van't Hoff, à propos de l'acide tartrique (*Bull. Soc. chim.*, 1875, 2ᵉ série, t. XXIII, p. 298), et plus récemment par le même auteur (*Lagerung der Atome im Raume*, 1893, p. 119). Entre temps nous avons communiqué nos premiers résultats qui viennent à l'appui de cette manière de voir et nous ont conduits à formuler, en outre, le premier principe ci-dessus.

*si tout le reste de la molécule était inactif, et en faisant ensuite la somme algébrique de ces divers effets.*

» 2. Nos premières recherches ont porté sur le cas le plus simple d'un corps à deux carbones asymétriques identiques; l'exemple choisi était l'oxyde d'amyle actif

$$(I) \qquad \begin{matrix} CH^3 \\ C^2H^5 \end{matrix} > \overset{*}{C}H - CH^2 - O - CH^2 - \overset{*}{C}H < \begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix},$$

dont les deux carbones asymétriques sont marqués du signe *.

» D'après le premier principe, chacun de ces carbones doit produire un effet optique égal à celui d'un oxyde d'amyle dont un seul radical amyle serait actif.

» Pour trouver une valeur approchée de cet effet optique, nous avons préparé l'oxyde d'amyle répondant à la formule

$$\begin{matrix} CH^3 \\ C^2H^5 \end{matrix} > \overset{*}{C}H - CH^2 - O - CH^2 - CH^2 - CH < \begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix},$$

avec un seul carbone asymétrique. Cet éther a été obtenu par réaction du bromure d'amyle actif sur l'amylate sodique dérivé de l'alcool

$$CH^2OH - CH^2 . CH < \begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}$$

préalablement débarrassé de l'alcool actif qui l'accompagne. Cet oxyde d'amyle tournait de $\alpha_D = +0°,27$ pour $L = 0,5^{dm}$. Tel doit être *à peu près* l'effet optique d'un seul des deux carbones asymétriques de l'éther répondant à la formule (I).

» Comme nous venons de le dire, il ne s'agit là que d'une valeur approchée, car le radical amyle inactif n'a pas identiquement la même structure que le radical actif, et l'on sait, par les recherches de M. Binz (¹), de MM. Frankland et Mac Gregor (²), de M. Freundler (³), de MM. Goldschmidt et Freund (⁴) (confirmées par de nombreuses observations, encore inédites, faites dans ce laboratoire), que des corps isomères n'ont pas rigoureusement des pouvoirs rotatoires identiques, même s'ils sont de constitution très voisine.

» On peut, cependant, évaluer exactement l'activité attribuable à un

(¹) Binz, *Zeitsch. f. physik. Chem.*, t. XII, p. 732.
(²) Frankland et Mac Gregor, *Journ. of the chem. Soc.*, p. 1410; 1894.
(³) Freundler, *Bull. de la Soc. chim.*, 1894, et Thèse, Paris, 1894.
(⁴) Goldschmidt et Freund, *Zeitsch. f. physik. Chem.*, t. XIV, p. 394.

seul des deux carbones asymétriques de l'oxyde d'amyle; il suffit de masquer en quelque sorte l'effet optique de l'un de ces carbones. Expérimentalement, ce résultat est obtenu si l'on fait réagir du bromure d'amyle actif sur de l'amylate de sodium racémisé. Bien qu'on isole dans ces conditions un mélange d'oxyde actif et d'oxyde inactif non dédoublable, ce mélange doit se comporter au polarimètre comme si l'on avait annulé l'effet optique d'un seul des deux carbones asymétriques. Nous avons trouvé pour un éther préparé ainsi : $\alpha_D = +0^\circ,25$ pour $L = 0^{dcm},5$.

» En résumé, l'effet optique d'un carbone asymétrique de l'oxyde d'amyle répondant à la formule est : $\alpha_D = +0^\circ,27$ (valeur approchée) ou $\alpha_D = +0^\circ,25$ (valeur exacte) pour $L = 0^{dcm},5$, de telle sorte que, en raison du principe de la superposition algébrique, l'oxyde d'amyle à deux carbones actifs identiques devra donner une déviation double, soit : $\alpha_D = +0^\circ,54$ (valeur approchée) ou $\alpha_D = +0^\circ,50$ (valeur exacte) pour $L = 0^{dcm},5$.

» Ce point établi, nous avons préparé cet oxyde en faisant réagir le bromure d'amyle actif sur l'amylate de sodium actif, et ce corps, convenablement purifié, tournait en effet de $\alpha_D = +0^\circ,49$, pour $L = 0^{dcm},5$, à $\frac{2}{100}$ près; cette valeur est bien d'accord avec la valeur exacte calculée [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les hydrocarbures saturés à radicaux amyliques actifs.* Note de M^lle **Ida Welt**, présentée par M. Friedel [2].

« L'étude des hydrocarbures actifs contenant le radical amyle a fait l'objet de recherches de Wurtz [3] et plus récemment de M. Le Bel [4] et de M. Just [5]. Il m'a paru intéressant de reprendre cette étude pour déterminer les pouvoirs rotatoires de quelques termes de cette série.

» Au point de vue des propriétés optiques, on n'a encore étudié que

---

(1) Le détail de ces expériences et les précautions qu'elles comportent feront l'objet d'une publication détaillée qui doit paraître au *Bulletin de la Société chimique*. On trouvera dans une Note de M^lle Welt une seconde confirmation du même ordre. Nous ne tarderons pas à publier la suite de nos recherches relatives à des corps à deux carbones asymétriques différents.

(2) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'Université de Genève.

(3) *Ann. de Ph.*, 3e série, t. XLIV, p. 275.

(4) *Bulletin*, 2e série, t. XXV, p. 565.

(5) *Lieb. Ann.*, t. CCXX, p. 157.

l'éthylamyle (Le Bel, Just) et le diamyle (Wurtz, Just). Ces deux hydrocarbures ayant été obtenus au moyen d'alcools amyliques d'activités fort différentes, j'ai cru bien faire de les préparer à nouveau, afin de rendre comparables les constantes optiques des divers termes de la série.

» J'ai adopté le procédé de préparation indiqué par Wurtz, procédé qui consiste à attaquer par le sodium un mélange, en proportions équimoléculaires, des deux iodures alcooliques, par exemple l'iodure d'amyle et l'iodure d'éthyle. La réaction dure plusieurs jours, et les quantités d'hydrocarbures obtenues sont peu considérables, par suite de diverses autres réactions qui se produisent en même temps. Le détail de ces opérations sera indiqué dans une publication plus étendue. Je me borne pour le moment à noter qu'il est très difficile d'obtenir des hydrocarbures tout à fait purs et exempts d'iodures, ce dont on s'aperçoit par une augmentation de la densité; cette difficulté était d'autant plus sérieuse dans des recherches où l'on a en vue l'étude des propriétés optiques; on ne peut, en effet, songer à purifier ces corps en les chauffant en tube scellé avec du sodium métallique, ainsi que Wurtz l'a pratiqué, ce mode de purification pouvant entraîner une racémisation partielle.

» On peut cependant, connaissant la densité de l'hydrocarbure et celle de l'iodure qui l'accompagne, calculer très approximativement la quantité de ce dernier corps, et de là déduire une valeur corrigée du pouvoir rotatoire. C'est ce que j'ai fait; les détails des calculs, du reste fort simples, que comportent les corrections se trouveront dans la publication détaillée.

» L'iodure d'amyle dont je me suis servie avait un pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = +3,77$ à la température ordinaire. Il provenait de l'alcool amylique employé dans le laboratoire de M. Guye pour l'étude des dérivés amyliques actifs.

» Les principales propriétés des hydrocarbures obtenus sont les suivantes :

*Éthylamyle :* $\alpha_D = +2,02$ à 17°C., $\alpha_D = +1,81$ à 60°C. } pour $L = 0^{dcm},5$;

$d_{10} = 0,7806$, $d_{58} = 0,7313$, P.E = 80°-88°.

*Propylamyle :* $\alpha_D = +2,22$ à 16°C., $\alpha_D = +2,07$ à 54°C. } pour $L = 0^{dcm},5$;

$d_{16} = 0,7075$, $d_{70} = 0,6682$, P.E = 110°-120°.

*Isobutylamyle :* $\alpha_D = +2,05$ à 20°C., $\alpha_D = +1,91$ à 51°C. } pour $L = 0^{dcm},5$;

$d_{16,5} = 0,8813$, $d_{65} = 0,8373$, P.E = 128°-134°.

» *Diamyle.* — Premier échantillon provenant des préparations des hydrocarbures précédentes :

$$\alpha_D = +4,42 \text{ à } 17^\circ C. \quad \text{pour } L = 0^{dcm},5;$$
$$d_{16,5} = 0,7404, \quad P.E = 154^\circ\text{-}156^\circ.$$

» Second échantillon préparé directement par l'iodure d'amyle et le sodium :

$$\alpha_D = +9,32 \text{ à } 21^\circ C. \quad \text{pour } L = 1^{dcm};$$
$$\alpha_D = +4,17 \text{ à } 78^\circ C. \quad \text{pour } L = 0^{dcm},5;$$
$$d_{21} = 0,7301, \quad d_{38} = 0,7049, \quad P.E = 153^\circ\text{-}157^\circ.$$

» Ces diverses observations fournissent les éléments pour le calcul du pouvoir rotatoire à froid et à chaud; ces constantes sont réunies dans les Tableaux I et II où l'on a fait figurer aussi les valeurs corrigées, mentionnées plus haut.

Tableau I. — *Pouvoirs rotatoires à la température ordinaire.*

| | Valeurs observées $[\alpha]_D$. | Valeurs corrigées $[\alpha]_D$. | Température. |
|---|---|---|---|
| Éthylamyle | + 5,22 | +6,23 à +6,43 | 17° |
| Propylamyle | + 6,28 | +6,44 | 16 |
| Isobutylamyle | + 5,64 | +5,88 | 20 |
| Diamyle I | +11,95 | » | 17 |
| » II | +12,08 | » | 21 |

Tableau II. — *Pouvoirs rotatoires à une température élevée.*

| | Valeurs observées $[\alpha]_D$. | Valeurs corrigées $[\alpha]_D$. | Température |
|---|---|---|---|
| Éthylamyle | + 5,03 | +6,09 | 60° |
| Propylamyle | + 6,09 | +6,25 | 54 |
| Isobutylamyle | + 5,43 | +5,66 | 51 |
| Diamyle II | +12,06 | » | 78 |

» On voit par ces observations que le pouvoir rotatoire est peu altéré par une élévation de température; il tend cependant à diminuer.

» Les résultats de ces recherches, entreprises dans le but de vérifier quelques-unes des conséquences de la formule du produit d'asymétrie, comportent, en outre, quelques remarques générales :

» 1° Tous les hydrocarbures étudiés sont dextrogyres, ainsi qu'on pouvait le prévoir.

» 2° Les pouvoirs rotatoires des hydrocarbures à un seul carbone asymétrique,

| | |
|---|---|
| Éthylamyle | $[\alpha]_D = +6,23$ à $+6,43$ |
| Propylamyle | $+6,44$ |
| Isobutylamyle | $+5,88$ |

passent par un maximum. La position exacte de ce maximum doit cependant être l'objet de réserves formelles; car, d'une part, les valeurs de $[\alpha]_D$ sont relativement très voisines les unes des autres et les différences, surtout entre les deux premières valeurs, sont à peu près de l'ordre des erreurs d'expériences; d'autre part, le terme isobutylamyle n'est pas strictement comparable aux deux autres chez lesquels les radicaux éthyle et propyle appartiennent à la série normale. Pour ces raisons, la position exacte du maximum reste indécise, mais son existence ne saurait être mise en doute; elle résulte dans tous les cas de la presque égalité des valeurs de $[\alpha]_D$, fait qui caractérise le passage par le maximum (voir, par exemple, la série des éthers-sels de l'alcool amylique de MM. Guye et Chavanne [1], et celle des éthers-sels de l'acide glycérique de MM. Frankland et Mac Gregor [2]).

» 3° Si l'on calcule les valeurs du produit d'asymétrie par la formule simplifiée [3]

$$P = \frac{(a-b)(a-c)(a-d)(b-c)(b-d)(c-d)}{(a+b+c+d)^6},$$

pour les premiers termes de cette série on trouve

| | $P \times 10^6$, |
|---|---|
| Éthylamyle | 195 |
| Propylamyle | 321 |
| Butylamyle | 371 |
| Pentylamyle (diamyle à un seul radical actif) | 374 |
| Hexylamyle | 355 |

» C'est le pentylamyle qui correspond au maximum; on constate, en outre, que les valeurs de P sont très rapprochées les unes des autres pour les trois termes consécutifs de la série, dans le voisinage du maximum (butylamyle, pentylamyle, hexylamyle).

» 4° Le pouvoir rotatoire du diamyle est environ le double de celui des termes qui le précèdent. Ce résultat est conforme aux idées développées par MM. Guye et Gautier [4] d'après lesquels le pouvoir rotatoire d'un corps à deux carbones asymétriques identiques, tel que le diamyle, doit

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 1454; 1893.
(2) *Journal of Chemical Society*, p. 1410; 1893.
(3) *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 1378; 1893.
(4) *Archives des Sciences ph. et nat.*, t. III, p. 30 et 172. — Voir aussi le présent numéro des *Comptes rendus*.

être égal au double du pouvoir rotatoire d'un diamyle contenant un radical amyle actif et un radical amyle inactif. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur le dosage de l'alcool dans les huiles essentielles.* Note de MM. **Charles Fabre**, **Garrigou** et **Surre**.

« Dans l'industrie, la production de l'alcool donne naissance à un résidu, désigné sous le nom d'*huiles essentielles;* il renferme une certaine quantité d'alcool éthylique. L'impôt qui frappe cet alcool est de peu d'importance, si l'huile essentielle n'en contient que 6 pour 100. Il importe donc de déterminer avec exactitude ce titre alcoolique et, dans ce but, le Comité des Arts et Manufactures a recommandé un procédé spécial (¹). On fait subir à ces huiles une série de quatre traitements à l'eau saturée de sel marin, qui se charge ainsi d'alcool; on sépare l'eau salée d'avec l'alcool amylique par l'action du sulfure de carbone; on distille enfin cette eau salée. Le distillat renferme l'alcool éthylique, les alcools propylique, isopropylique : on dose ces derniers à l'aide du permanganate de potasse.

» Cette méthode n'est pas précise; dans son application, elle donne naissance à de nombreuses contestations entre les industriels et les agents du fisc. Une étude approfondie nous a montré qu'elle était peu précise et que son emploi causait un réel préjudice au Trésor public.

» Nous avons d'abord préparé, à l'aide d'alcools vinique, amylique, propylique, isopropylique purs, des liqueurs de synthèse contenant des quantités rigoureusement déterminées d'alcool vinique. En effectuant la seule série de quatre traitements à l'eau salée, lavant au sulfure de carbone, etc., nous n'avons retrouvé que 25 pour 100 environ de l'alcool mis en expérience.

» Nous avons opéré ensuite sur des huiles essentielles dont le degré alcoolique avait été déterminé par les laboratoires des Contributions; nous les avons additionnées de volumes connus d'alcool éthylique : en appliquant la méthode officielle, nous n'avons retrouvé que 25 à 30 pour 100 de l'alcool ajouté.

» Ainsi, après une série de quatre traitements à l'eau salée, les huiles essentielles contiennent encore des quantités notables d'alcool éthylique; nous avons été conduits à pousser plus loin l'application de la méthode.

» Les huiles essentielles, résidu de la première série de traitements, ont été de nouveau soumises à des *séries* successives de quatre lavages à l'eau salée, jusqu'à ce que

(¹) *Journal de Chimie et de Pharmacie,* t. II, p. 517; 1893.

la quantité d'alcool trouvée dans cette eau salée soit devenue négligeable, après traitements au sulfure de carbone.

» Voici les chiffres que nous avons obtenus pour les quantités d'alcool à 15°C. dans les trois échantillons A, B, C. Les nombres de la première ligne indiquent les proportions d'alcool qu'ils contiendraient d'après la méthode officielle; pour obtenir la quantité réelle d'alcool, il faut ajouter à ces nombres les chiffres fournis par les sept autres séries de traitement :

| | Échantillons | | |
|---|---|---|---|
| | A. | B. | C. |
| Première série de traitements...... | 8,9 % | 6,25 % | 6,2 % |
| Deuxième série » ...... | 5,4 | 3,55 | 3,8 |
| Troisième série » ...... | 3,2 | 2,7 | 2,1 |
| Quatrième série » ...... | 1,9 | 1,4 | 1,15 |
| Cinquième série » ...... | 1,0 | 0,85 | 0,75 |
| Sixième série » ...... | 0,7 | 0,45 | 0,30 |
| Septième série » ...... | 0,5 | 0,35 | 0,25 |
| Huitième série » ...... | 0,25 | 0,25 | 0,20 |
| Quantité d'alcool............ | 21,85 | 15,80 | 14,75 |

» La méthode officielle est donc insuffisante au point de vue pratique. Son emploi permet l'introduction frauduleuse, dans les distilleries, de quantités d'alcool qui sont énormes si l'on consulte la statistique des distilleries d'huiles essentielles.

» Le procédé de dosage que nous avons employé est long à appliquer, mais il fournit des résultats précis. »

ANATOMIE ANIMALE. — *De l'existence de « cellules en paniers » dans l'acinus et les conduits excréteurs de la glande mammaire* [1]. Note de M. E. LACROIX, présentée par M. Edm. Perrier.

« Nos premières recherches ont porté sur les glandes mammaires de femmes mortes dans les deux derniers mois de la grossesse. Les pièces, recueillies vingt-quatre heures après la mort, ont été fixées et durcies par un séjour prolongé dans le liquide de Müller.

» Sur des coupes épaisses, traitées par le pinceau, nous avons constaté l'existence, en dedans de la membrane vitrée qui limite l'acinus, de cellules plates, ramifiées, anastomosées les unes avec les autres et formant un ré-

---

[1] Travail du laboratoire d'Anatomie générale de la Faculté de Médecine de Lyon.

seau dont les mailles sont à peu près régulièrement circulaires. Ce réseau cellulaire est nettement appliqué sur la face interne de la membrane vitrée, au-dessous de l'*unique* rangée de cellules épithéliales glandulaires; il épouse les courbures de cette membrane, mais il en est parfaitement distinct. Sur les points élargis du réseau protoplasmique apparaissent des noyaux ovalaires qui fixent énergiquement les matières colorantes. Ces noyaux ne sont pas englobés dans la nappe protoplasmique, mais toujours placés à sa surface, et font un léger relief du côté des cellules glandulaires.

» Par cette méthode du pinceau on obtient des figures tout à fait analogues à celles que F. Boll, le premier, a décrites d'une façon complète dans l'acinus de la glande lacrymale et que l'on connaît sous le nom de *cellules en paniers*. Nous avons pu, sur une glande lacrymale, enlevée chez un enfant au cours d'une opération chirurgicale, dissocier, par un tour de main spécial, ces cellules en paniers de Boll. En comparant ces dernières avec les figures que nous venons de décrire dans l'acinus de la glande mammaire, l'identité de ces deux formations saute aux yeux. L'intérêt de ce fait ne peut échapper, alors que des opinions très diverses sont encore émises sur la structure de la glande mammaire et sur le mécanisme de la sécrétion du lait.

» Nous avons cru utile de confirmer ce fait par de nouvelles recherches sur des mamelles, fixées à l'état frais, d'une façon parfaite et par des procédés variés. Nous avons choisi comme objets d'étude des mamelles de chattes sacrifiées, soit dans le cours de la gestation, soit après quelques semaines d'allaitement.

» Après fixation, soit par l'acide osmique seul, soit par le liquide de Müller faiblement osmiqué, sur des coupes épaisses traitées par le pinceau, nous avons retrouvé ces mêmes cellules ramifiées, formant un réseau à mailles beaucoup plus larges et plus irrégulières.

» Le protoplasme qui constitue les travées de ce réseau délicat présente un éclat gras spécial et une élasticité très grande qui lui permet de résister aux efforts de traction qu'il subit dans les dissociations; en plus d'un point nous avons constaté l'existence d'une fine striation longitudinale, comparable à celle que nous avons observée sur les cellules en paniers de Boll de la glande lacrymale. Les noyaux du réseau fixent énergiquement les matières colorantes et occupent ici encore une position superficielle.

» Ce réseau cellulaire peut être mis en évidence, d'une façon très élégante, par une méthode d'imprégnation que nous devons à notre maître M. le professeur Renaut. En injectant interstitiellement dans la glande mammaire un liquide osmio-picro-argentique, on imprègne la surface d'un

grand nombre de culs-de-sac glandulaires. Le réseau cellulaire que nous avons décrit se trouve ménagé en un blanc très pur, tandis que la base d'implantation des cellules glandulaires dans les mailles du réseau prend une teinte brune granuleuse avec des traits de ciment d'un noir très pur.

» Cette méthode d'imprégnation par injection interstitielle du liquide osmio-picro-argentique nous a conduit à la découverte d'un fait bien autrement intéressant.

» Les canaux excréteurs intralobulaires et interlobulaires se trouvent généralement imprégnés. On constate alors que, toujours, la couche des cellules en paniers de l'acinus se continue sans interruption au-dessous de l'épithélium des conduits excréteurs. Dans les points où l'imprégnation est délicate, on peut voir successivement, en abaissant l'objectif, ces deux plans cellulaires (cellules prismatiques de revêtement, cellules en paniers) avec leurs contours nettement délimités par l'argent. Nous avons suivi cette couche de cellules ramifiées jusque dans les conduits excréteurs de gros calibre ou conduits galactophores, à peu de distance de leur terminaison à l'extrémité du mamelon.

» Par une dissociation délicate, on peut, sur une coupe, isoler un conduit excréteur interlobulaire. Si l'on chasse avec le pinceau l'épithélium de revêtement et si l'on monte ce petit fragment de coupe dans la glycérine hématoxylique éosinée faible, on constate les détails suivants : ce canal excréteur est le plus souvent coupé obliquement; à sa face interne existe un réseau délicat, tout à fait superposable aux figures ménagées en blanc par l'argent après l'injection interstitielle de liquide osmio-picro-argentique. Les cellules ramifiées et anastomosées les unes avec les autres qui le constituent sont étirées dans le sens longitudinal, de telle sorte que les mailles du réseau sont allongées parallèlement à l'axe du conduit, tout à fait comparables aux mailles d'un filet dont les nœuds seraient représentés par les noyaux, toujours placés d'ailleurs à la surface et faisant une légère saillie.

» Ainsi toutes les cavités glandulaires, acini et conduits excréteurs, de la mamelle sont tapissées à la face interne de leur membrane propre ou vitrée, au-dessous de l'épithélium, soit sécréteur, soit de simple revêtement, par des cellules également de nature épithéliale, ramifiées et anastomosées entre elles de façon à constituer un réseau absolument continu.

» Plusieurs caractères morphologiques de ces cellules permettent de les rapprocher des formations myo-épithéliales. Nous n'insisterons que sur les

caractères suivants : éclat gras spécial et fibrillation délicate de la substance du réseau ; situation constante des noyaux à la surface et non dans le plein du réseau.

» Sans conclure d'une façon définitive, il est permis de se demander si ces cellules en paniers n'ont pas une importance capitale dans le mécanisme de l'excrétion glandulaire. Si l'on reconnaît, en effet, à ces cellules des propriétés contractiles, on conçoit le rôle qu'elles doivent jouer dans l'expulsion des produits de la sécrétion accumulés dans la lumière des acini et des conduits excréteurs. Par le resserrement des mailles de ce vaste réseau, elles peuvent d'un seul coup réduire dans des proportions considérables la capacité totale des cavités glandulaires. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Observations relatives à une Note de MM.* Prillieux *et* Delacroix, *sur la gommose bacillaire des vignes;* par M. L. **Daille**.

« Je demande à l'Académie la permission de rectifier, en un point qui me concerne personnellement, le passage suivant de la Note de MM. Prillieux et Delacroix (*Comptes rendus,* t. CXVIII, p. 1432 ; 18 juin 1894) :

» La *Torula antennata* Pers. se montre sous l'apparence de petites plaques veloutées noires, sur le bois mort.... M. Daille, d'Auxerre, a observé depuis plusieurs années cette espèce sur les vignes malades ; la croyant nouvelle et se méprenant sur sa nature et son rôle, il l'a nommée *Uredo viticida,* et a attribué à son action la maladie de la vigne.

» MM. Prillieux et Delacroix m'ont adressé les dessins de la *Torula antennata,* que j'aurais confondue avec mon *Uredo viticida*. Ces dessins représentent des spores dans les cellules de la *Torula ;* il n'y a jamais de spores dans les cellules de l'*Uredo viticida*. Ce n'est donc pas le même végétal.

» M. O. Comes, directeur de la station agronomique de Portici, m'a envoyé, en 1882, des échantillons de vignes italiennes malades, exactement infectées du même organisme avec des cellules sans spores intérieures.

» Cette maladie est occasionnée par le même organisme microscopique, que le professeur Comes, de Naples, classe dans les bactéries, à cause de leur flagellum. Les spores pénètrent par les saillies dans les canaux de la sève et injectent les ceps d'un liquide brunâtre qui les fait périr [1]. »

---

[1] C'est ce que j'ai dessiné d'après nature, et peint sous le microscope, dans les Planches et le Mémoire déposés à l'Institut en 1890. Les Planches ont été faites en 1878.

BOTANIQUE APPLIQUÉE. — *Culture d'un Champignon lignicole.* Note de MM. **Costantin** et **Matruchot**.

« Le *Collybia velutipes* est un Champignon qui pousse sur le bois. Il nous a paru intéressant de tenter la culture de cette espèce, et cela pour plusieurs raisons.

» On sait d'abord, par les écrits qui ont été conservés de l'antiquité, que les anciens cultivaient, sans doute d'une façon grossière, empirique et le plus souvent incertaine, diverses espèces lignicoles. On lit dans Dioscoride l'indication du procédé : « On dit que l'écorce du Peuplier blanc et du » Peuplier noir, coupée en morceaux et placée dans des fossés remplis de » fumier, produit dans toute saison des Champignons comestibles. » (Livre I[er], chap. XCIII.) Quel était ce Champignon, poussant sur le Peuplier? Les modernes ont pensé, mais sans en avoir la preuve certaine, qu'il s'agissait du *Pholiota œgerita*.

» Au milieu de ce siècle, Devaux voulut répéter l'expérience; ayant frotté, avec les lames du *Pholiota œgerita*, des rondelles de bois de Peuplier, et ayant enfoui celles-ci sous terre, il obtint, dit-il, des Champignons par ce procédé. Cette expérience est restée isolée, du moins à notre connaissance.

» Les Japonais ont mieux conservé que les peuples d'Occident les anciennes traditions sur la culture des Champignons lignicoles. Leurs procédés, très curieux, s'appliquent à des espèces encore mal connues, probablement des Armillaires. Cette culture se fait assez en grand pour donner lieu à un commerce d'exportation en Chine, dont l'importance est sans cesse grandissante.

» La culture du *Collybia velutipes* présente donc un véritable intérêt, non pas tant à cause de la valeur alimentaire, en somme assez faible, de cette espèce, que par les données qu'elle fournit. Le résultat obtenu par nous montre, en effet, que l'on arrivera, vraisemblablement sans de trop grandes difficultés, à produire les espèces lignicoles.

» La grande inconnue du problème de la culture des Champignons est la nature du milieu favorable au développement complet de la fructification. Cette inconnue est toute trouvée pour les espèces poussant sur le bois. Du moins les résultats auxquels nous sommes arrivés pour le *Collybia velutipes* semblent le prouver.

» Nous avons fait germer les spores du *Collybia velutipes* par le procédé ordinaire en milieu stérilisé. Le mycélium obtenu, nous l'avons transporté sur des morceaux

de bois stérilisés, mis en tubes dans une atmosphère constamment humide. Ce dernier semis a été fait le 23 août. Deux mois après, la fructification s'était développée, et tous les visiteurs de l'Exposition de Champignons de la Société mycologique ont pu voir le résultat obtenu. Les Champignons qui s'épanouissent dans les tubes de culture sont bien formés; le pied velu et noir est très reconnaissable, le chapeau et les lames ont l'aspect normal; mais la taille du Champignon reste petite. Il est vraisemblable qu'en opérant dans des tubes plus grands et en y faisant passer un courant d'air, on obtiendrait des fructifications beaucoup plus belles qu'en air confiné.

» A la surface du substratum de bois, s'observe la forme oïdiale signalée dès 1876 par M. Van Tieghem ([1]) pour cette espèce, et retrouvée en 1889 par M. Brefeld ([2]).

» Les morceaux de bois qui nous ont servi étaient de *Robinia pseudoacacia*. Le *Collybia* poussant sur un grand nombre d'arbres différents, la culture pourrait réussir sur de nombreuses essences de bois. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la maladie du* Rouge *dans les pépinières et les plantations de Paris.* Note de M. **Louis Mangin.**

« La maladie du *Rouge,* qui sévit sur certaines essences feuillues, est caractérisée parce que les appareils reproducteurs, apparaissant à travers les déchirures de l'écorce sous l'aspect de petits mamelons rouges de la grosseur d'une tête d'épingle, communiquent à la tige une teinte rougeâtre caractéristique. D'abord d'un rouge saumon, et constituant la forme conidienne (*tubercularia*), ces mamelons deviennent plus tard d'un rouge foncé et ont reçu le nom de *Nectria*.

» L'espèce la plus répandue, le *Nectria cinnabarina,* qui se rencontre, comme on le sait, sur les Tilleuls, le Marronnier, les Érables, l'Orme, l'Acacia, attaque aussi l'Ailante, considéré jusqu'ici, à ma connaissance du moins, comme résistant à son action.

» Décrite depuis longtemps comme saprophyte, cette espèce est aussi parasite, ainsi que l'a établi M. Mayr ([3]). Les dégâts causés dans les pépinières de la Ville de Paris sur les Tilleuls (*Tilia argentea, T. euchlora*), les Marronniers, les Ailantes, et, dans certaines promenades, sur les Mar-

---

([1]) Van Tieghem, *Bulletin de la Société botanique de France,* t. XXIII, p. 101; 1876. M. Van Tieghem a obtenu en outre dans cette espèce le développement de chapeaux secondaires, bourgeonnant à la surface d'un chapeau primaire tantôt intact, tantôt découpé en fragments.

([2]) Brefeld, *Untersuchungen aus dem Gesammtgebiete der Mykologie,* t. VIII, 56; 1889.

([3]) H. Mayr, *Ueber den Parasitismus von Nectria cinnabarina* (*Untersuchung. aus dem forstbotanisch. Inst. zu München,* t. III, p. 1-14).

ronniers, les Érables et les Ormes, ont attiré mon attention. En vérifiant les faits annoncés par M. Mayr, j'ai pu compléter sur certains points l'histoire de cette espèce.

» *Germination des spores* (conidies et ascospores). — La germination des conidies n'a pas eu lieu dans l'eau distillée à la température optimum, même après quarante-huit ou soixante heures. Dans l'eau de Seine bouillie, la germination n'a pas eu lieu à 10° après quarante-huit heures; à la température de 15° à 20°, elle a lieu faiblement au bout de dix heures, et les tubes mycéliens atteignent à peine la longueur de la spore. L'addition de sucre favorise la germination, si la proportion n'est pas considérable (1 pour 100); dans le cas contraire, les conidies grossissent démesurément et ne germent pas.

» Les meilleurs liquides nutritifs sont constitués par les infusions du bois des diverses essences, mais leur activité est variable. D'après l'abondance et la rapidité de la végétation, on peut grouper les essences dans l'ordre décroissant suivant : Tilleul, Marronnier, Sycomore, Chêne. En mélangeant à une infusion de tilleul ($2^{gr}$ à $5^{gr}$ de bois dans $100^{cc}$ d'eau) du sucre (1 pour 100) et de la gélatine, on obtient un excellent milieu de culture.

» La formation des conidies secondaires sur les filaments mycéliens issus de la germination apparaît plus ou moins tôt. Elle est, en général, d'autant plus précoce que les matériaux nutritifs sont moins abondants ou moins appropriés à la nutrition; ainsi, elle se produit rapidement dans l'infusion du bois de Chêne, ensuite dans celle du Sycomore, plus tard dans l'infusion du Marronnier, et en dernier lieu dans celle du Tilleul.

» Certaines substances entravent la germination, telles que le naphtolate de soude, à la dose de $\frac{5}{10000}$; contrairement à ce qui a lieu pour d'autres parasites, le sulfate de cuivre à $\frac{3}{10000}$ ralentit, sans la supprimer, la germination; l'action du tanin est aussi très manifeste, quoique à une dose plus élevée; dans la proportion de $\frac{4}{1000}$ ou de $\frac{2,5}{1000}$, les conidies sont presque toutes tuées, à $\frac{1}{1000}$ la germination est si ralentie qu'après vingt-quatre heures les tubes mycéliens ont à peine $\frac{1}{2}$ fois la longueur des spores; elle est d'ailleurs toujours très faible et irrégulière.

» L'influence de la température est la suivante : à 21° la germination commence après quatre ou cinq heures, à 10° elle n'a lieu qu'au bout de vingt-cinq à vingt-huit heures; l'optimum paraît être situé entre 18° et 20°.

» Les conidies sont très sensibles à l'action de la lumière diffuse, même faible; leur germination est notablement retardée, parfois supprimée; en outre, l'action retardatrice, une fois produite, continue à s'exercer, même à l'obscurité.

» *Infection des arbres, altération des tissus.* — Les données qui précèdent permettent de préciser les conditions de l'infection. En été, la sécheresse et l'insolation entravent la germination; en hiver, l'abaissement de la température, en ralentissant la germination, diminue aussi les chances d'infection; c'est au printemps et à l'automne, pendant les temps doux et pluvieux, que la contamination est le plus facile.

» Les tissus vivants opposent à ce parasite une résistance considérable;

aussi est-ce par les blessures du bois ou par les régions mortes que l'infection se produit. Le mycélium issu de la germination des spores s'introduit d'abord dans le bois, formé en grande partie de tissus morts : les vaisseaux sont envahis les premiers et souvent sur une grande longueur, puis les fibres ligneuses et enfin les cellules du parenchyme ligneux, dont la vitalité est très faible. Autour des parties nécrosées, la résistance des parties vivantes voisines est diminuée et le mycélium peut envahir des régions indemnes. Aussi, quand le bois est tué sur une certaine étendue, l'écorce est-elle à son tour progressivement envahie et tuée, depuis la zone cambiale jusqu'au liège. C'est seulement après la destruction de celle-ci que les fructifications apparaissent.

» Les altérations produites dans les tissus sont caractéristiques et ne se bornent pas, comme le croit M. Mayr, à la digestion de l'amidon et au dépôt de masses verdâtres dans les cellules du bois. L'irritation produite par la présence du parasite est faible, car elle est incapable de provoquer la subérisation des tissus ; elle se traduit tantôt par une exagération de l'activité des cellules annexes des vaisseaux : formation de thylles normales dans l'Orme, ou de nombreuses thylles gommeuses (Tilleul, Marronnier, Sycomore) ; tantôt, au contraire, la formation des thylles gommeuses est ralentie (Ailante). Après la destruction de l'amidon, la membrane interne non lignifiée (*innenhaut*), d'épaisseur variable, est entièrement digérée et la trame du bois envahi est réduite à la partie lignifiée. Dans l'écorce, tous les éléments cellulaires sont digérés, contenu et membrane, sauf les fibres libériennes lignifiées ; le liège seul résiste à l'action du parasite.

» *Traitement.* — L'ablation des parties malades, essayée parfois, est inefficace ; car, ainsi que M. Mayr l'a déjà signalé, le mycélium s'étend souvent à une grande distance de la région couverte de fructifications. Dans un Ailante des pépinières d'Auteuil, j'ai retrouvé le mycélium à $60^{cm}$ de l'endroit où les fructifications avaient commencé à apparaître.

» Les seuls moyens à employer pour soustraire les arbres à la maladie du Rouge sont préventifs ; ils consistent à empêcher l'arrivée des spores sur les parties mortes (blessures, plaies d'élagage).

» Dans ce but, on peut recouvrir les plaies d'un enduit imperméable, tel que le goudron de houille, le goudron de marine, depuis longtemps recommandés, ou employer un mélange d'huile de lin cuite, d'oxyde de zinc et de noir de fumée.

» On peut encore utiliser l'action des antiseptiques mentionnée plus

haut, et lotionner les plaies avec une solution de tanin à 5 pour 100, ou une solution de naphtolate de soude à 1 pour 100 ([1]).

GÉOLOGIE. — *Sur les rapports du basalte et du phonolite du Suc d'Araules (Haute-Loire)*. Note de M. **Ferdinand Gonnard**, présentée par M. Fouqué.

« L'impossibilité où l'on est d'observer les rapports du basalte et du phonolite du Suc d'Araules, à cause des éboulis qui en recouvrent les pentes, a conduit les géologues à formuler à cet égard deux hypothèses opposées.

» Tous les anciens auteurs qui se sont occupés de cette partie du Velay, et, après eux, M. l'ingénieur Termier, parmi les modernes, regardent le basalte d'Araules comme postérieur au phonolite, la première de ces roches ne constituant, pour eux, qu'un placage adossé à celle-ci.

» Récemment, M. Marcellin Boule a, dans sa *Description géologique du Velay* (1892), émis une opinion pour ainsi dire inverse de la précédente; il l'étaye de diverses considérations que je crois inutile de reproduire. D'après ce savant, le phonolite d'Araules, ainsi que du pic de Lizieux, serait postérieur au basalte, dont il aurait traversé la coulée en venant au jour. Cette hypothèse offre un caractère séduisant de simplicité et de généralité, et je suis, pour ma part, disposé à l'accepter. Mais il m'a paru que M. Boule a négligé un argument d'une certaine valeur : je veux parler des faits de métamorphisme qu'il a observés à Araules dans les argiles sableuses, dans le phonolite et dans le basalte. Le but de la présente Note est de montrer leur liaison qui me semble corroborer l'hypothèse de M. Boule.

» M. Termier avait attiré l'attention des géologues sur des faits de même nature à Saint-Pierre-Eynac, et dont la cause serait due à des eaux thermales siliceuses ayant accompagné l'émission du phonolite. Il est vrai que, d'autre part, M. Marcel Bertrand et M. Boule lui-même tendent à regarder la cause du métamorphisme des argiles oligocènes de cette localité comme contemporaine de la sédimentation.

» Mais, sans reproduire les raisons données à cet égard, pour ou contre cette contemporanéité, quant à Saint-Pierre-Eynac, voyons ce qui se passe à Araules.

([1]) Ces différents procédés seront employés prochainement dans les pépinières de la Ville de Paris.

» Le substratum visible est le granit, au-dessus duquel se sont déposées des argiles sableuses avec bloc siliceux (résinites et quartz hyalin cristallisé), et, sur certains points, avec schistes charbonneux plus ou moins imprégnés de silice. Quant au Suc d'Araules proprement dit, il paraît constitué en entier par une coulée de phonolite; mais, sur tout son pourtour on trouve le basalte. Une carrière a été ouverte sur le flanc de la montagne en plein phonolite. La masse, exploitée pour pierres de taille, constitue un dyke d'environ $60^{m}$ à $70^{m}$ de puissance, engainé du bas en haut du Suc dans un autre phonolite, d'un faciès absolument différent. Tandis que le premier se présente sous l'aspect d'une pierre compacte, de couleur claire gris bleuâtre, se taillant facilement et fournissant des blocs ayant jusqu'à $4^{m}$ de long (¹), le phonolite qui entoure le dyke exploité est vitreux, à cassure écailleuse, de couleur gris foncé avec mouchetures noirâtres (phonolite moucheté et tigré de Bertrand-Roux), et ne peut guère servir qu'à l'empierrement. M. Boule semble n'avoir pas remarqué les différences de faciès de ces deux phonolites; du moins, il n'en fait pas mention.

» Mais ces deux variétés ne sont pas les seules qu'il faille considérer au Suc d'Araules; car, à peine a-t-on quitté le village pour monter à la carrière, que, sur la droite du chemin qui la dessert, on rencontre une roche blanche, mouchetée accidentellement de points noirs, fissile parfois presque à l'égal d'un calcaire marneux. C'est un phonolite altéré, remarquable par des cristaux sporadiques d'une sphère jaune d'or d'une très grande netteté; ils ont été signalés par M. Boule. Ces sphènes, ainsi que quelques prismes allongés de hornblende et quelques petits cristaux aplatis de feldspath, se détachent aisément de la roche qui les contient, en y laissant une empreinte polie. On voit que, là encore, une action métamorphique est venue altérer les caractères minéralogiques primitifs du phonolite.

» Si, maintenant, on quitte le village d'Araules pour faire le tour de la montagne, et que l'on prenne le chemin de droite du hameau de Courcoules, on arrive, en vingt minutes à peine, à un petit col, où se trouve un beau gisement de zéolites (chabasie et christianite avec calcite); la roche qui les contient est un basalte très scoriacé. On en doit la connaissance à M. Boule.

» Or, ce basalte à zéolites est au voisinage d'un grand escarpement phonolitique, dont le sommet est le point le plus élevé du Suc. C'est là vraisemblablement qu'on peut placer la bouche du volcan. Comme l'on

(¹) Cette carrière a fourni, en très grande partie, les beaux matériaux de l'église d'Yssingeaux et ceux de l'église d'Araules.

n'observe pas trace de zéolites sur le reste du pourtour de la montagne, il est naturel d'admettre que c'est du côté du village, c'est-à-dire vers le sud, non loin du col en question, que les eaux thermales ont dû sourdre, déterminant dans le basalte qu'elles imbibaient lors de la sortie de phonolite, cette abondante production d'hydrosilicates alumineux. Voici un troisième acte métamorphique. On est ainsi amené à penser que la cause de ces actes a agi d'une manière continue dans le temps, c'est-à-dire dans la série des formations qui constituent la masse de la montagne d'Araules. Les eaux thermales accompagnant l'émission du phonolite ont pénétré d'abord dans les argiles sableuses; elles ont laissé dans ce vaste filtre la silice qu'elles contenaient, puis ont zéolitifié le basalte scoriacé qui les recouvre; enfin, elles ont métamorphisé le phonolite des pentes au-dessous de la carrière, en déterminant même dans le phonolite de celle-ci la formation de quelques filonnets zéolitiques.

» Admet-on, au contraire, avec M. Termier, qu'une coulée basaltique (dont le point de départ ne s'aperçoit pas d'ailleurs, puisqu'au nord d'Araules le pays est granitique, et que la nappe de basalte est inclinée du côté du ruisseau de l'Auze, c'est-à-dire du nord au sud) est venue, longtemps après la consolidation et le refroidissement de la masse phonolitique, se plaquer contre celle-ci et en épouser fidèlement les contours, on ne voit pas quelle action métamorphique ce basalte aurait pu recevoir des argiles qu'il recouvre, et comment, par suite de cette action, des zéolites auraient pu prendre naissance dans ses vacuoles. Il faudrait supposer une récurrence des eaux thermales, et alors quelle cause l'aurait produite?

» L'hypothèse de M. Boule est donc plus satisfaisante.

» Toutefois, on peut lui faire une objection. On trouve bien des enclaves de granite dans le phonolite exploité à Araules; mais on n'y trouve pas d'enclaves de basalte, à ce que je crois du moins. Pour ma part, je n'ai pas été assez heureux pour en recueillir, et le propriétaire de la carrière, M. Delorme, m'a affirmé n'en avoir jamais rencontré.

» Quoi qu'il en soit, j'ai cru devoir ne pas négliger de mentionner cette objection. »

GÉOLOGIE. — *Sur la géologie du Congo français*. Note de M. **Maurice Barrat**, présentée par M. Daubrée.

« Je vais essayer de relier les trois coupes données dans une précédente Communication aux observations faites par mes prédécesseurs dans différentes parties de la colonie.

» Dès 1873, le Dr Lenz signalait aux îles Elobi un calcaire gréseux à *Schlœmbachia inflata* (cénomanien), et, sur le continent, l'abondance de la latérite. Quelques excursions dans le Mouni, dans le Tamboni et dans le Como, un long et pénible voyage dans l'Ogooué, ne semblent pas lui avoir donné des idées bien exactes sur le massif ancien qui borde la côte : il propose le nom de *Westafricanischeschiefergebirge*, auquel nous préférons celui plus populaire et plus juste de *monts de Cristal*.

» Peu de temps après, M. Pierre S. de Brazza, et surtout son frère Jacques, trop vite enlevé à la science, recueillaient dans le bassin de l'Ogooué et dans le pays des Batékés, des renseignements plus précis et des échantillons qui furent étudiés par M. Daubrée. J. de Brazza a laissé une carte manuscrite qui permet d'étendre vers le nord-est, dans la rivière Sébé, et vers le sud-ouest jusqu'à Brazzaville, les zones que nous avons reconnues dans l'Ogooué et dans les monts de Cristal.

» La région proprement dite du Congo a été étudiée en 1882 par M. Pechuel-Lœsche, puis par M. Zboïnski, et enfin par M. Dupont, directeur du Muséum de Bruxelles, jusqu'au confluent du Kassaï. De ces divers travaux résulte une coupe complète, sensiblement parallèle aux nôtres, à une distance de 600$^{km}$, et qu'il convient de leur opposer.

» *Coupe du Congo.* — La zone littorale comprend, avec des plages quaternaires ou actuelles soulevées, du sable, de l'argile, un calcaire fossilifère miocène et des grès analogues à ceux d'Elobi. La région montagneuse est formée d'une première bande de terrains fortement métamorphisés par le granite et présentant, comme dans l'Ogooué, des quartzites à minéraux, des schistes micacés et amphibolitiques à faux aspect de gneiss, de micaschistes et d'amphibolites, pendant vers l'ouest (de Boma à Mossouk); puis viennent, en discordance, des quartzites et des schistes moins métamorphisés, mais contournés, traversés encore de filons de quartz laiteux et d'hématite et interrompus par la diabase d'Issanguila (de Mossouk à Ngoma). Une seconde discordance fait apparaître une formation calcaréo-schisteuse fortement plissée et où M. Dupont a rencontré en un point des fossiles dévoniens. La direction de ces couches est vers le nord-ouest. Enfin, au rapide de Tchoumbou, apparaît le grès rouge feldspathique horizontal, surmonté de grès blancs qui sont en transgression sur les couches précédentes et qui recouvrent la majeure partie du bassin du Congo.

» Dans la région intermédiaire, nous possédons les extensions des zones de M. Pechuel-Lœsche aux cours inférieurs du Niari-Kouilou et du Nianga, et les observations de deux agents de la colonie, MM. Chôlet et Thollon, encore inédites et dont voici les résultats essentiels.

» *Coupe de Loango à Brazzaville*, le long de la route des porteurs. — Après 40$^{km}$ d'une plaine de sable, on entre dans le Mayombe, région des collines et des forêts. Les premières roches sont des grès rouges et blancs; puis vient une bande de terrains métamorphiques, leptynolites blanches, schistes micacés et feldspathisés, en couches

plissées, avec une direction générale vers le nord-ouest. A la sortie du Mayombe, s'étend jusqu'à Comba une formation peu ondulée comprenant des schistes gris et rouges, calcifères, et des calcaires dolomitiques, marneux, siliceux, talqueux, analogues à ceux du Congo, découpés en mamelons et en édifices par l'érosion et surmontés par des grès rouges généralement concordants. Cette formation calcaréo-schisteuse est limitée vers l'est par une ligne concave entre Tchoumbou et Comba, puis par une ligne sinueuse qui suit à peu près le 12$^e$ méridien est de Paris; vers le nord-ouest elle s'étend probablement jusqu'au bassin du Nianga. De Comba à Brazzaville, on ne rencontre que des grès rouges surmontés de grès blancs, qui, autour du Stanley Pool passent au quartzite et forment les Dover Cliffs, avec une trompeuse apparence de craie. Dans son exploration du Djoué, M. Thollon a pris contact avec le massif ancien marqué vers le 12$^e$ méridien par J. de Brazza; il en a rapporté plusieurs roches intéressantes, entre autres un calcaire qui paraît plus ancien que ceux du Niari et du Congo.

» Le cours moyen du Congo et les régions nouvellement acquises de la Sanga et de l'Oubangui sont presque entièrement recouverts de grès blancs et d'alluvions; un barrage rocheux forme les rapides de Bangui et de la route d'El Kouti, M. Dybowski a rapporté quelques échantillons rappelant le faciès métamorphique de l'Ogooué. Il faut aller jusqu'au versant occidental du massif des grands lacs, pour trouver de nouvelles coupes. M. J. Cornet a publié récemment une étude très complète des roches recueillies par l'expédition du Katanga; avec une plus grande richesse de sédimentation, corrélative de plissements plus énergiques, elles présentent le mélange des deux faciès de l'Ogooué et du Congo, et permettent par des comparaisons évidentes d'établir la correspondance entre les diverses parties de ces deux faciès. Ainsi les études de M. Cornet et les miennes démontrent qu'il existe une identité complète de constitution entre deux régions étendues de l'Afrique, distantes de 3000$^{km}$.

» Enfin, des études paléontologiques de M. Choffat sur la province d'Angola démontrent que les dépôts fossilifères les plus anciens qui aient été signalés sur la côte occidentale d'Afrique appartiennent à l'albien et au vracconnien.

» *Résumé.* — L'ensemble de ces documents nous donne les traits essentiels de la géologie du Congo et m'a permis d'en dresser une carte déjà assez complète et qui provoquera, j'espère, de nouvelles recherches. Trois caractères essentiels permettent de distinguer entre eux les terrains précédemment décrits : 1° le métamorphisme ne paraît pas s'être exercé sur le dévonien; 2° le dernier plissement paraît contemporain du plissement hercynien de l'Europe; 3° l'émersion du plateau africain était achevée à l'époque albienne.

» Les terrains du Congo peuvent alors être divisés en quatre groupes principaux : 1° l'archéen proprement dit n'étant pas encore signalé d'une façon certaine, nous attribuons au précambrien et au silurien tous les terrains métamorphiques et cette formation de schistes ampéliteux, de phtanites et de dolomies, si analogues aux roches de Bretagne et en partie

atteintes par le métamorphisme; 2° au dévonien et au carbonifère inférieur, la formation calcaréo-schisteuse du Congo et du Kouilou et comme équivalent dans l'Ogooué, les schistes argileux et les arkoses à ciment calcaire; 3° les grès rouges et blancs comprendraient peut-être le houiller, tout le permo-trias et même l'infra-lias; 4° les terrains fossilifères, allant du crétacé au moderne s'étalent le long du rivage au pied du plateau africain. »

SPÉLÆOLOGIE. — *Sur plusieurs grottes quaternaires de la Dordogne et sur quelques monuments mégalithiques de l'Orne et de la Manche.* Note de M. **Émile Rivière**, présentée par M. Daubrée.

« A la suite de la lecture que j'ai eu l'honneur de faire le 6 août dernier, de mes *Nouvelles recherches anthropologiques et paléontologiques dans la Dordogne*, l'Académie m'ayant accordé une nouvelle mission, j'ai terminé les fouilles des deux grottes Rey et des Combarelles; j'ai eu, en outre, la bonne fortune de trouver quelques nouvelles grottes et stations quaternaires, dont j'ai commencé l'exploration. Enfin, je me suis rendu dans les départements de l'Orne et de la Manche, pour y terminer le travail que j'aurai l'honneur de présenter prochainement à l'Académie sur plusieurs monuments mégalithiques qui m'avaient été signalés.

» Bien que je n'aie pas encore eu le temps de déterminer les pièces recueillies dans les grottes et stations quaternaires mentionnées ci-dessus, je tiens à rendre compte, dès maintenant, des résultats de ces travaux.

» A. Dordogne. — 1° *Grotte Rey.* — Cette grotte, dans laquelle j'étais parvenu, au mois de mai, à $51^{m},50$ de l'entrée, et que j'avais explorée jusqu'à $33^{m},50$, mesure en réalité $54^{m},75$ de longueur. Je l'ai fouillée jusqu'à son extrémité, avec les mêmes ouvriers.

» Dans cette partie reculée de la grotte, mes découvertes ont été moins nombreuses que dans la première partie, soit comme faune, soit comme industrie. Cependant l'ensemble des pièces que j'ai trouvées appartient à la même époque géologique et archéologique que les objets présentés à l'Académie le 6 août dernier.

» 2° *Grotte des Combarelles.* — Celle-ci est restée, dans la partie que j'avais encore à fouiller, aussi riche que dans mes explorations précédentes. La faune, également quaternaire, y est des plus nombreuses, surtout en Rennes, en Équidés, en petits Carnassiers, en Rongeurs et en Oiseaux :

c'est par milliers que j'ai compté leurs ossements. La détermination des espèces animales auxquelles ils appartiennent exigera un temps assez long.

» Quant à l'industrie des habitants primitifs de cette grotte, elle est représentée, comme dans mes précédentes fouilles, par d'intéressantes gravures sur os, par de très beaux instruments en os, par toute une collection d'aiguilles en os également, de grosseur et de longueur très différentes (quelques-unes sont entières, la plus petite de ces dernières ne mesure que 3cm de longueur, chas compris).

» Enfin j'ai trouvé aussi :

» *a.* Des dents percées pour être portées, soit comme amulettes ou fétiches, à l'instar notamment des indigènes actuels du Congo; soit comme bijoux (ce sont des canines de petits Carnivores de la taille du Renard, des canines de Renne);

» *b.* Quelques coquilles marines, percées d'un trou de suspension.

» *c.* Enfin plus de onze mille silex, parmi lesquels de très belles pièces.

» En résumé, les grottes Rey et des Combarelles, dont la faune et l'industrie appartiennent géologiquement aux temps quaternaires et archéologiquement à l'époque magdalénienne, m'ont donné, comme espèces animales, et c'est là, au point de vue paléontologique, le résultat le plus important : des Cheiroptères, des Insectivores, de grands et de petits Carnassiers, des Rongeurs très nombreux, des Pachydermes, notamment le *Rhinoceros tichorhinus*, des Ruminants dont la *Capra primigenia* et le Renne (*Taraudus rangifer*), représenté par de nombreux restes, des Oiseaux fort nombreux également, des Reptiles, des Poissons, enfin quelques Invertébrés, Mollusques marins et terrestres. A ces restes d'animaux se trouvaient associés quelques ossements humains.

3° *Grottes nouvelles.* — Ces grottes, nouvelles en ce qu'elles m'ont été récemment signalées pour la première fois, sont quaternaires également quant à la faune qu'elles renferment. Je n'ai pu les explorer que superficiellement jusqu'ici, mais suffisamment cependant pour en constater l'importance scientifique. En effet, elles m'ont donné, dès les premiers coups de pioche, des résultats tels, que j'ai cru devoir m'assurer auprès de leurs propriétaires respectifs le droit exclusif de les fouiller.

» Elles sont au nombre de quatre, situées dans des cantons différents :

» *a.* Dans le canton de Saint-Cyprien; on y rencontre, associés à l'*Elephas primigenius* et au Renne, des silex très beaux par leurs dimensions, par leurs retouches, et par la variété de leurs teintes.

» *b.* Dans le canton du Bugue; cette grotte m'a donné, en deux journées de

fouilles, de nombreux ossements de Renne, d'Équidés, etc., avec des silex présentant une grande analogie avec ceux de Cro-Magnon.

» *c*. Dans le canton de Montignac; celle-ci est un peu moins riche que les précédentes, mais renferme également une faune intéressante.

» *d*. Dans le canton de Sarlat; il s'agit ici d'un abri-sous-roche, caractérisé aussi par la présence du Renne et de nombreux silex taillés.

» A ces gisements, je dois ajouter une autre grotte du canton de Saint-Cyprien, en partie vidée il y a vingt et quelques années pour en faire une grande cave, mais qui conserve *intacts* de véritables foyers quaternaires, dans la partie la plus reculée. Les fouilles que j'y ai commencées m'ont donné des débris de Rennes, associés à des silex, et une coquille percée.

» B. Orne et Manche. — Ici, il ne s'agit plus de recherches paléontologiques, mais bien d'anthropologie et d'archéologie préhistoriques.

» J'ai terminé l'étude : 1° Dans l'Orne, des stations ou ateliers néolithiques de *Cerisy*, situés sur le mont de ce nom et à une cinquantaine de mètres environ (le premier du moins) d'un ancien ermitage, dont il ne reste que les soubassements de la chapelle; ermitage et chapelle remontent au XII^e^ siècle. 2° Dans la Manche, du polissoir de Saint-Cyr-du-Bailleul.

» Dans le département de l'Orne, j'ai étudié également une pierre levée, le *Menhir de Maly;* et j'ai découvert un monument mégalithique qui me paraît être une allée couverte d'une assez grande étendue, vierge de toutes fouilles; l'entrée, masquée par des broussailles, est fermée par une pierre assez régulièrement circulaire [1].

M. Mesny, à propos de la Note récente de M. Marey, rappelle les mouvements exécutés par les gymnasiarques pendant la chute verticale.

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures un quart. M. B.

---

[1] Aussitôt que l'étude de laboratoire, que nécessite la nombreuse série de pièces que j'ai rapportées, sera terminée, j'aurai l'honneur d'en soumettre les résultats complets à l'Académie dans un Mémoire détaillé, accompagné de dessin représentant les pièces les plus intéressantes.

## BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

### Ouvrages reçus dans la séance du 22 octobre 1894.

*Sur l'âge des dépôts houillers de Commentry*, par M. R. Zeiller. (Extrait du *Bulletin de la Société géologique de France*.) 1894; 1 br. in-8°. (Présenté par M. Daubrée.)

*Bulletin de l'Académie de Médecine*. N° 42. Séance du 16 octobre 1894. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

*Album de Statistique graphique de* 1893. Paris, Imprimerie nationale, 1894; 1 vol. in-8°.

*Mémoires de la Société d'Agriculture, Commerce, Sciences et Arts du département de la Marne*. Année 1893. Châlons-sur-Marne, Martin frères, 1894; 1 vol. in-8°.

*Notices sur les travaux scientifiques* de M. A. Michel-Lévy, ingénieur en chef des Mines, lauréat de l'Académie des Sciences. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1894; 1 br. in-4°.

*Revue météorologique. Travaux du réseau météorologique du sud-ouest de la Russie*. Année 1893. Vol. VI, par A. Klossovsky. Odessa, P. Franzov, 1894. 1 vol. in-4°.

*Report on the progress of the State land survey of the State of New-York*. Albany, James B. Lyon, 1891; 1 vol. in-8°.

*American Journal of Mathematics*, published under the auspices of the Johns Hopkins University. Volume XVI. Numbers 1, 2, 3. Baltimore, 3 fasc. in-4°.

*Missouri botanical Garden; fifth annual report*. Saint-Louis, 1894; 1 vol. in-8°.

*Fotochimica dei sali di mercurio e processi fotografici basati sul loro impiego*. Prof. Rodolfo Namias. Modena, 1894; 1 br. in-8°.

### Ouvrages reçus dans la séance du 29 octobre 1894.

*Étude des moyens mécaniques et électriques de traction des bateaux. Compte rendu d'une mission*, par M. Maurice Lévy, Membre de l'Institut, inspecteur général des Ponts et Chaussées, professeur au Collège de France, et

M. G. PAVIE, ingénieur des Ponts et Chaussées. Première Partie : *Halage funiculaire*. Tome Ier. Paris, Imprimerie nationale, 1894; 1 vol. in-4°.

*Annales agronomiques*, publiées sous les auspices du Ministère de l'Agriculture, par M. P.-P. DEHÉRAIN, Membre de l'Institut, professeur de Physiologie végétale au Muséum d'Histoire naturelle, etc. N° 10, 25 octobre 1894. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

*Les Gaz du sang. Applications à l'hygiène expérimentale*, par M. GRÉHANT, professeur de Physiologie générale au Muséum d'Histoire naturelle. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey, pour le concours des Arts insalubres.)

*Bulletin de l'Académie de Médecine*. N° 43. Séance du 23 octobre 1894. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

*L'Anthropologie*. 1894. Tome V. N° 5. Septembre-octobre. Paris, G. Masson; 1 vol. in-8°.

*Les vers blancs et les freux*, par M. GABRIEL ROGERON. (Extrait de la *Revue des Sciences naturelles et appliquées*. Paris, 1894; 1 broch. in-8°.

*Revue internationale de Viticulture et d'Œnologie*, publiée sous la direction de VICTOR VERMOREL. Nos 1 à 8. Paris, 1894; 8 fasc. in-8°.

*Académie des Sciences et Lettres de Montpellier. Mémoires de la Section des Sciences. Les terrains primaires de l'arrondissement de Saint-Pons (Hérault). Géologie de la région du Pic de Saint-Loup (Hérault). Méthode de titrage des quinquinas*. Montpellier, Ch. Boehm, 1894; 3 fasc. in-8°.

*Acta Societatis Scientiarum fennicæ*. Tomus XIX. Helsingforsiæ, 1893; 1 vol. in-4°.

*Atti della reale Accademia delle Scienze fisiche e matematiche*. Serie seconda. Vol. VI. Napoli, 1894; 1 vol. in-4°.

*Koninkrijk der Nederlanden. Statistiek van den in-, uit-en doorvoer over het Jaar* 1893, *uitgegeven door het departement van Financien*. Tweede Gedeelte. S'Gravenhage, 1894; 1 vol. in-4°.

*The true atomic weights of the chemical elements and the unity of matter*. Saint-Louis, Mo, U. S. CARL GUSTAV HINRICHS. New-York, 1894; 1 vol. in-8°.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 NOVEMBRE 1894,

PRÉSIDENCE DE M. LŒWY.

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE. — *Sur un appareil servant à mettre en évidence certaines conséquences du théorème des aires.* Note de M. **Marcel Deprez.**

« Dans son *Traité de Mécanique rationnelle*, Delaunay, parlant des conséquences du théorème des aires, s'exprime ainsi (p. 450, § 229) :

» Donnons quelques exemples de l'application du théorème des aires : Si nous supposons comme nous l'avons déjà fait qu'un être animé soit isolé au milieu de l'espace, qu'aucune force extérieure ne lui soit appliquée, et qu'il soit primitivement immobile, non seulement cet être animé ne pourra pas déplacer son centre de gravité, mais encore il ne lui sera pas possible de se donner un mouvement de rotation autour de ce point. En effet, de quelque manière qu'il fasse jouer ses muscles, il ne peut développer que des forces intérieures; l'absence de toute force extérieure entraîne donc comme conséquence que la somme des aires décrites, en projection sur un plan quelconque passant par son centre de gravité, par les rayons vecteurs émanés de ce point, conserve constamment la même valeur; donc cette somme d'aires doit rester con-

stamment nulle puisqu'elle l'était tout d'abord, en vertu de l'hypothèse que nous faisons que l'être animé dont il s'agit était primitivement immobile.

» Lorsque je lus pour la première fois, il y a déjà longtemps, le passage que je viens de citer, le dicton populaire qu'un chat retombe toujours sur ses pattes se présenta aussitôt à mon esprit et je résolus de vérifier le fait en employant le procédé primitif qui consiste à laisser tomber un chat d'une certaine hauteur, le ventre en l'air, la chute de l'animal ayant lieu sur un coussin pour éviter de le blesser dans le cas où le proverbe serait démenti par l'expérience. De quelque manière que je m'y prisse et quelles que fussent la position et la direction de la vitesse initiale du sujet, le résultat fut toujours conforme à l'adage populaire. Le moyen employé par l'animal pour obtenir ce résultat singulier me semblait avoir, au point de vue du théorème cité plus haut, une grande importance, mais n'ayant à ma disposition aucun appareil de photographie instantanée, je ne crus pouvoir mieux faire que de communiquer mes idées à ce sujet à M. Marey qui possédait tous les moyens d'investigation qui me manquaient et, à plusieurs reprises, je lui exprimai le désir de le voir soumettre cette question au contrôle de la photographie instantanée. Je me félicite aujourd'hui de mon insistance puisque l'expérience qu'il a communiquée à l'Académie a eu pour résultat, ainsi que je le lui avais annoncé, d'attirer l'attention sur les conséquences du théorème des aires et de mettre en évidence l'erreur dans laquelle sont tombés, non seulement Delaunay, mais encore tous les auteurs de Traités de Mécanique rationnelle. MM. Guyou, Maurice Lévy, et enfin M. Picard ont rectifié ce que l'énoncé de ce théorème a de trop absolu et ils ont donné la véritable interprétation du phénomène en question que j'avais tenté d'expliquer en me conformant strictement à l'énoncé classique.

» Maintenant que ce sujet ne fait plus de doute et que l'examen plus approfondi du théorème des aires a démontré qu'*un système matériel peut, par le seul jeu des forces intérieures, tourner d'un angle quelconque autour de son centre de gravité, sans éprouver de déformations permanentes, tous ses points matériels se retrouvant finalement dans les positions relatives qu'ils occupaient primitivement,* il est intéressant d'étudier les conséquences de ce corollaire et de chercher à en donner une démonstration expérimentale autre que celle qui résulte de l'exemple emprunté au chat.

» Après avoir étudié plusieurs solutions différentes qui présentaient d'assez grandes difficultés d'exécution, je me suis arrêté à la disposition suivante, qui est de beaucoup la plus facile à réaliser matériellement, et dont le principe m'a été communiqué par notre Confrère M. Émile Picard.

» Soit un disque matériel homogène mobile autour d'un axe vertical passant par son centre de figure. Sur la face supérieure de ce disque, on a tracé une courbe fermée entièrement comprise dans une portion angulaire du disque inférieure à un angle droit (cet angle pourrait d'ailleurs être beaucoup plus grand). Si un point matériel partant d'un point quelconque de la courbe en suit le périmètre, de manière à décrire un circuit fermé, il est facile de voir que chaque fois qu'il aurait fait un tour complet sur ce périmètre, la somme des aires décrites par ce point autour du centre du disque sera précisément égale à l'aire de la courbe fermée. Il résulte de là que la somme des aires décrites autour du centre de gravité commun par l'ensemble du point mobile et des points matériels constituant le disque ne pourra être constamment nulle (le disque étant supposé en repos au moment du départ du point mobile sur sa courbe) que si, à la fin de l'opération, le disque a tourné d'un certain angle. Pour que le centre de gravité commun reste toujours sur l'axe de rotation, j'ai remplacé le point mobile unique par deux points assujettis à décrire dans le même sens des courbes identiques symétriquement situées par rapport au centre du disque.

» Dans l'appareil placé sous les yeux de l'Académie, les courbes fermées sont deux circonférences, les points mobiles sont deux petites sphères qui, sous l'action d'un ressort rendu libre par la combustion d'un fil, décrivent exactement une circonférence complète, de manière à ramener le système à sa forme primitive. L'expérience réussit parfaitement et, après une rotation complète des petites masses qui décrivent des circonférences inscrites dans un angle inférieur à 90°, l'appareil tout entier décrit autour du fil de suspension un angle dépassant un peu 40°. Le calcul montre que le moment d'inertie du disque ne doit être ni égal à zéro, ni infiniment grand, parce que, dans ces deux cas, le déplacement d'ensemble serait nul.

» Il résulte de ce cas particulier du théorème des aires des conséquences curieuses quand on l'applique au mouvement de rotation des planètes à la surface desquelles des molécules matérielles décrivent des aires fermées situées dans un plan perpendiculaire à l'axe de rotation de la planète. Il en résulte en effet, à la longue, une avance ou un retard du mouvement de celle-ci.

» L'appareil expérimenté a été construit très rapidement et très habilement par le chef de mon laboratoire, M. de la Valette. »

MÉCANIQUE. — *Sur le théorème des aires.* Note de M. P. APPELL.

« Imaginons un système sollicité par des forces extérieures telles que la somme de leurs moments par rapport à un axe fixe $Oz$ soit nulle. Alors, si le système part du repos, la somme $\Sigma mr^2 \frac{d\theta}{dt}$ reste nulle. Mais, malgré cette condition, si le système n'est pas rigide, il peut, par des déformations successives ~~et sans subir de torsions~~, partir d'une configuration déterminée et revenir à une configuration identique, déduite de la première par une rotation autour de $Oz$. C'est ce que MM. Guyou et Maurice Lévy ont établi dans des Notes présentées à la dernière séance. Je me propose, au point de vue de l'enseignement, d'en indiquer un exemple élémentaire, que j'avais communiqué à plusieurs de nos confrères dans la dernière séance.

» Soient une roue homogène de centre O mobile sans frottement sur un plan horizontal, $A_0 A'_0$ un diamètre invariablement lié à la roue. Aux points $A_0 A'_0$ sont placés sur la roue deux ouvriers de même masse $m$ et aux points $C_0 C'_0$ situés sur le même diamètre, à égale distance de part et d'autre du centre O, sont placés deux autres ouvriers de masse $\mu$. Le système est immobile. Cela posé, les ouvriers font la manœuvre suivante, composée de quatre phases :

» 1° Les ouvriers $m$ se mettent à marcher sur la circonférence, dans le même sens de rotation, autour du centre en restant diamétralement opposés; ils s'arrêtent après avoir parcouru un quart de la circonférence de la roue; celle-ci tourne alors en sens contraire d'un angle $\alpha$, puis s'arrête.

» 2° Les ouvriers $\mu$ se réunissent au centre : la roue ne bouge pas; mais le moment d'inertie par rapport à $Oz$ diminue.

» 3° Les ouvriers $m$ reviennent alors à leurs positions primitives sur la roue ; celle-ci tourne en sens contraire de sa rotation précédente d'un angle *différent* $\beta$, puis s'arrête.

» 4° Les ouvriers $\mu$ se séparent et viennent occuper leurs positions primitives sur la roue; opération qui laisse la roue immobile.

» Après ces mouvements, le système a repris la même configuration, mais a tourné d'un certain angle $\beta - \alpha$. En les recommençant, les ouvriers arriveront donc à faire tourner le système d'un angle supérieur à tout angle donné. Le calcul des angles $\alpha$ et $\beta$ est des plus élémentaires. Il serait sans intérêt de le reproduire ici.

» C'est par des mouvements de ce genre qu'un homme placé verticalement et tombant dans le vide pourrait se retourner autour d'un axe vertical : il lui suffirait de faire jouer à ses bras étendus le rôle des ouvriers $m$ et à ses jambes, plus ou moins écartées, celui des ouvriers $\mu$.

» Terminons par une remarque générale qui permet de ramener à un même type simple les problèmes du genre de celui que nous venons d'indiquer.

» Imaginons un système formé par un corps solide mobile autour d'un axe fixe $Oz$ et par des points matériels $m_1$, $m_2$, ... animés de mouvements prescrits à l'avance par rapport au corps solide : les coordonnées semipolaires $r_1$, $\theta_1$, $z_1$; $r_2$, $\theta_2$, $z_2$, ... de ces points par rapport à des axes liés au corps solide sont des fonctions données du temps. Supposons enfin que la somme des moments des forces extérieures par rapport à $Oz$ soit nulle. On peut alors, sans altérer le mouvement du reste du système, remplacer plusieurs des points $m_1$, $m_2$, ... par un seul point de masse M, dont les coordonnées relatives R et $\Theta$ par rapport au solide sont définies en fonction du temps par les deux relations

$$MR^2 = \Sigma mr^2, \qquad MR^2\,d\Theta = \Sigma mr^2\,d\theta.$$

» Par exemple, dans le cas particulier indiqué ci-dessus, on pourrait, pour ne pas changer le centre de gravité, remplacer les deux points $\mu$ et $m$, placés primitivement en $C_0$ et $A_0$, par un seul point M, défini comme nous venons de le dire, décrivant une courbe fermée sur la roue et les points symétriques par un point symétrique de M décrivant la courbe symétrique. De même, pour un observateur vertical tombant dans le vide, on pourrait, en regardant le tronc comme rigide, remplacer les mouvements relatifs des mains et des pieds par ceux de quatre points matériels seulement, ou même de deux. »

HYDRODYNAMIQUE. — *Sur la théorie de l'écoulement par un déversoir à nappe déprimée ou noyée en dessous, dans le cas où une armature horizontale rend la contraction inférieure maximum;* par M. **J. Boussinesq.**

« I. Je n'ai pas eu, dans l'étude précédente ([1]), à traiter le cas d'un déversoir à contraction inférieure C maximum, parce qu'on ne possède sur

[1]) Voir le dernier *Compte rendu*, p. 707. — A la note de la page 709, ligne 7 en remontant, chacun des deux mots « dix » et « cinq » doit être entre deux virgules : la suppression de ces virgules a rendu la phrase presque inintelligible.

ce cas aucune observation de nappe déprimée ou noyée en dessous qui permette d'y contrôler les prévisions théoriques. Toutefois, comme il offre un certain intérêt à raison de cette circonstance que la dérivée C′ peut y être évaluée théoriquement, il ne sera peut-être pas inutile d'en donner ici un aperçu.

» Ainsi qu'on l'a vu pour la nappe libre dans ma Note du 26 juin 1893 (*Comptes rendus*, t. CXVI, p. 1487), il n'est guère permis d'y supprimer dans les formules les carrés et produits de C et C′, un peu trop grands pour cela. On ne devra donc rien négliger dans l'équation (13) ou (14) définissant C en fonction de $n$ et de $k$, lorsqu'on la différentiera en K sous la condition N = const., afin d'obtenir la dérivée C′.

» Cette différentiation complète de (13) ou de (14) donnera, si $k'$ et $n'$ désignent les dérivées de $k$ et $n$ en K,

$$(25)\quad \begin{cases} \left(\frac{1}{1-C}+n^2-1\right)\frac{C'}{(1-C)^2} \\ \quad =[1-k^2n^2(3+2k)]n^2k'+2\left[1+k-k^3n^2(2+k)-\frac{1}{1-C}\right]nn', \end{cases}$$

dans le cas de l'équation (13), c'est-à-dire de la nappe déprimée, et

$$(25\ bis)\qquad \frac{C'}{(1-C)^2}=[1-k^2n^2(3+2k)]k'-k^3(2+k)nn',$$

dans le cas de l'équation (14) ou de la nappe noyée en dessous.

» Portons-y les valeurs (5) de $n'$ et de $k'$, savoir $\frac{n^2-1}{2n}\frac{C'}{1-C}$ et $\frac{k^2C'-1}{2kn^2}\frac{1}{1-C}$; puis groupons les termes en C′ et observons enfin que $1-C$ s'élimine immédiatement, par l'équation même (13) ou (14), du coefficient total de C′. Il viendra simplement

$$(26)\quad \begin{cases} C'=-\frac{1}{k}\frac{1-k^2n^2(3+2k)}{k(1-k^2n^2)+2n^2(1+k)} & \text{(nappe déprimée)}, \\ C'=-\frac{1}{k}\frac{1-k^2n^2(3+2k)}{n^2(1+k)(2+k^3)-k} & \text{(nappe noyée en dessous)}. \end{cases}$$

» Dans le cas particulier de la nappe libre, où $n^2=1$, la première de ces expressions de C′ acquiert le facteur $(1+k)^2$ tant à son numérateur qu'à son dénominateur; et la suppression de ce facteur commun la réduit à

$$(27)\qquad C'=\frac{2k-1}{k(2-k)}\quad \text{(nappe libre)},$$

formule exacte, bien plus simple que celle de première approximation donnée dans mon article du 26 juin 1893, sous le n° 15, et que j'avais

obtenue par la différentiation d'une expression de C rendue rationnelle en y supprimant certains termes de l'ordre de $C^2$ (¹).

» II. Il ne reste plus, pour former l'équation en $k$, qu'à porter la valeur convenable (26) de $C'$ dans la relation (6) obtenue à cet effet. Multiplions celle-ci, en vue de simplifier les résultats, par $2(1-k^2C')$; et, nous bornant au cas usuel des nappes noyées en dessous, substituons à $C'$ la seconde expression (26). Il viendra

$$(28)\quad \begin{cases} \left[\dfrac{2k^2n^2}{1-k^2n^2} - \left(\dfrac{1}{\log k} + \dfrac{1}{1-k}\right)\right]\left[1 + \dfrac{k-k^3n^2(3+2k)}{n^2(1+k)(2+k^3)-k}\right] \\ \qquad + \dfrac{k-k^3n^2(3+2k)}{n^2(1+k)(2+k^3)-k}\,\dfrac{1+(2-3k^2)n^2}{1-k^2n^2} = 0. \end{cases}$$

» Après avoir chassé les dénominateurs, ordonnons-la par rapport à $n^2$, et divisons finalement par $kn^4$. Si nous posons enfin, pour abréger,

$$(29)\quad I = \frac{2(1+k)-k^3(2+k)}{k} = 2\left(\frac{1}{k}+1\right) - k^2(2+k), \qquad J = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{\log k} + \frac{1}{1-k}\right),$$

nous aurons l'équation, du second degré en $\frac{1}{n^2}$,

$$(30)\quad \begin{cases} \dfrac{1}{n^4} - 2[IJ + k^2(3+k) - 1]\dfrac{1}{n^2} \\ \qquad + k^2[2I(1+J) - (3+2k)(2-3k^2)] = 0. \end{cases}$$

Celle-ci, d'une résolution impossible par rapport à $k$ (sauf au moyen de longs tâtonnements), fait, en revanche, connaître presque immédiatement

(¹) Il est digne de remarque que cette expression exacte (27) de $C'$, portée dans la formule seulement approchée (8), où $k_0 = 0{,}46854$ et $A = 0{,}4325$, donne, en réduisant d'ailleurs $k(2-k)$ à $k_0(2-k_0)$,

$$k = \frac{k_0(2-k_0) - A}{2(1-A) - k_0} = 0{,}4277,$$

valeur bien plus approchée de la valeur exacte $k = 0{,}4332$, trouvée au dernier numéro de l'article cité du 26 juin 1893, que n'est celle, $k = 0{,}4531$, obtenue au numéro précédent du même article en partant de l'expression seulement approchée et rationnelle de C rappelée ici. La formule (27) donne ensuite, par la substitution de cette valeur $k = 0{,}4277$ dans son numérateur, $C' = -0{,}2014$, résultat peu différent de celui qu'on obtient en portant dans (27) la valeur exacte $k = 0{,}4332$, et qui est $C' = -0{,}1968$. Observons enfin que la formule (15) donne pour C, en y faisant $k = 0{,}4332$, la valeur exacte 0,2259, un peu inférieure à la valeur approchée 0,2292, obtenue plus haut dans l'hypothèse $k = k_0$.

deux valeurs réelles ou imaginaires de $n^2$, lorsqu'on se donne $k$ et, par suite, les deux coefficients de l'équation, d'un calcul malheureusement laborieux.

» De $k = 0$ à $k = 0,4367$, les deux valeurs de $n^2$ sont réelles et positives. L'une, nulle, l'autre, infinie, au début ou pour $k = 0$, elles vont, la première, en grandissant, la seconde, en diminuant, de manière à devenir toutes les deux $n^2 = 0,7179$ au moment où $k$ atteint le maximum $0,4367$. L'ensemble de ces valeurs de $n^2$ et de $k$, sur un plan où l'on prend $n^2$ pour abscisse et $k$ pour ordonnée, représente une branche de courbe s'étendant au-dessus de l'axe des abscisses positives, d'où elle émane sous un certain angle à l'origine $n^2 = 0$ et qu'elle rejoint à l'autre extrémité $n^2 = \infty$, en ne coupant, d'un bout à l'autre, qu'une seule fois chaque ordonnée.

» Comme la valeur de C, quel que soit $n^2$, s'annule sur l'axe $k = 0$ des abscisses, la dernière expression (4) du coefficient de débit $m$, nulle dès lors avec $k$, devient positive et croît pour $k > 0$, lorsqu'on suit sur le plan les lignes $N = \text{const.}$ ou $(1 - C)(1 - n^2) = \text{const.}$ Donc la région comprise entre l'axe des abscisses et la branche de courbe dont il vient d'être parlé constitue la portion du plan à considérer ici; et c'est sur cette branche de courbe que le débit atteint son maximum cherché. En effet, la hauteur $h'$ de l'eau sur la section contractée et, par suite, son rapport K à la hauteur $h$ d'amont, n'ont à décroître, dans cette théorie, à partir de l'état de repos supposé qu'on avait d'abord pour $h' = h$, que jusqu'au moment où le débit atteint un maximum; car, au delà, même pour un abaissement indéfini du niveau d'aval, le régime du déversoir reste désormais invariable. Or, c'est dire que $k$ ne doit croître, à partir de zéro, que jusqu'à sa valeur pour laquelle, N restant constant, $m$ devient maximum. Ainsi, la partie du plan que nous venons de considérer sera bien la seule utile dans la question physique, et, la branche de courbe (à coordonnées $n^2$, $k$) qui la limite, la seule propre à fournir la racine $k$ demandée de l'équation (28) ou (30).

» Il est cependant bon, pour le problème analytique, d'observer que les valeurs de $k$ supérieures à $0,4367$, mais moindres que $0,7374$, rendent $n^2$ imaginaire; puis, que, pour $k = 0,7374$, les deux valeurs de $n^2$ redeviennent réelles, d'abord égales à $0,532$, et qu'elles restent réelles et positives jusqu'à $k = \infty$, en donnant lieu à une seconde branche de courbe, sorte de boucle dont les deux côtés se raccordent asymptotiquement, pour $k = \infty$, avec l'axe des ordonnées. Cette seconde branche, limitant une région du plan dans laquelle $m$ a décru à partir de la branche précédente, doit cor-

respondre à un minimum de $m$, mais sans signification physique dans la question, comme on vient de le voir.

» Du reste, une partie de l'espace compris entre les deux branches, et même une partie de celui qu'enferme la seconde, seraient rendues inutilisables (si elles ne l'étaient pas déjà) par cette circonstance que la relation (14) y donnerait une contraction C ou négative, ou supérieure à 1. Car l'ensemble des deux conditions $C < 0$, $C > 1$, revient, d'après (14), à poser

$$k^2 n^2\left(1+\frac{k}{2}\right) > 1;$$

ce qui a lieu dans la région, à coordonnées positives $n^2$ ou $k$ assez grandes, limitée par la courbe

$$(31) \qquad k^2 n^2 (2+k) = 2,$$

sorte d'hyperbole, asymptote, à la fois, aux deux axes tant des abscisses $n^2$ positives que des ordonnées $k$ positives, et extérieure à la première branche considérée ci-dessus, mais pénétrant entre les deux côtés de la boucle par le point $(n^2 = \frac{2}{3}, k = 1)$.

» Voici les coordonnées d'un certain nombre de points de la première branche et de la boucle, avec quelques valeurs du coefficient correspondant $m$ de débit :

| | | |
|---|---|---|
| $k = 0$, | $n^2 = \left(\frac{k}{2}, \frac{1}{3k^2}\right)$, | $m = (0, \infty)$; |
| $k = 0{,}41254$, | $n^2 = (0{,}5407,\ 1)$; | $m = (0{,}2598,\ 0{,}3372)$; |
| $k = 0{,}42530$, | $n^2 = (0{,}5924,\ 0{,}8898)$; | |
| $k = 0{,}43669$, | $n^2 = (0{,}7179,\ 0{,}7179)$, | $m = 0{,}2949$; |
| $k = 0{,}7372$, | $n^2 = (0{,}532,\ 0{,}532)$, | $m = 0{,}255$; |
| $k = 0{,}74$, | $n^2 = (0{,}496,\ 0{,}568)$; | |
| $k = 0{,}75$, | $n^2 = (0{,}455,\ 0{,}604)$; | |
| $k = 1$, | $n^2 = (\frac{1}{5}, \frac{2}{3})$, | $m = (0{,}161,\ 0{,}272)$; |
| $k = \infty$, | $n^2 = \left(\frac{1}{2k^3}, \frac{1}{2k^2}\right)$, | $m = (0,\ 0)$. |

» On remarquera que, dans le cas $n^2 = 1$, où la nappe noyée en dessous ne supporte aucune pression ni non-pression au sommet de ses filets inférieurs, et qu'on pourrait ainsi regarder comme l'analogue du cas de la nappe libre, le coefficient de débit, $m = 0{,}3372$, est un peu moindre que celui

d'une pareille nappe libre, trouvé égal à 0,3538 vers la fin de ma Note citée du 26 juin 1893. Et, en effet, les petites pressions positives exercées sous la nappe depuis le seuil jusqu'au sommet doivent retenir le liquide et réduire le débit.

» Le calcul des points à coordonnées $n^2$, $k$ étant assez laborieux, il sera temps d'effectuer une construction précise de la courbe (28) ou (30) quand on possédera des expériences propres à contrôler la théorie et à lui donner ainsi plus d'intérêt. »

CHIMIE. — *Sur la vaporisation du carbone*. Note de M. **Henri Moissan**.

« Dans les séries de recherches que nous avons entreprises depuis deux années au moyen du four électrique, nous avons eu l'occasion de réunir un certain nombre d'expériences sur la vaporisation du carbone. Nous les résumerons dans ce travail.

» Jusqu'ici, la formation de la vapeur de carbone n'avait été constatée que dans l'arc électrique, soit grâce à l'analyse spectrale, soit par la belle synthèse de l'acétylène de M. Berthelot. On peut démontrer l'existence de cette vaporisation en dehors de l'arc de la façon suivante : Si l'on place un tube de charbon d'un diamètre intérieur de $1^{cm}$ environ au milieu d'un four électrique en chaux vive, chauffé par un arc puissant (2000 ampères et 80 volts), on voit l'intérieur du tube se remplir rapidement d'un feutrage noir très léger produit par la condensation de la vapeur de carbone.

» On peut encore rendre cette vapeur de carbone visible en plaçant dans une nacelle au milieu de ce tube de charbon fortement chauffé du silicium cristallisé. On voit alors le silicium fondre, entrer en ébullition, et au fur et à mesure que sa vapeur s'élève, elle vient rencontrer la vapeur de carbone qui descend du haut du tube sous l'action calorifique de l'arc, et il se produit entre la nacelle et le tube un lacis de fines aiguilles de siliciure de carbone. Ce dernier composé cristallisé et transparent s'est formé par union directe des deux vapeurs.

» A une très haute température produite dans notre four électrique, on peut donc, en dehors de l'arc, vaporiser le carbone.

» Nous avons pensé qu'il était intéressant d'étudier comment se produisait cette vapeur. En général, un corps passe de l'état solide à l'état liquide, puis, après une élévation de température suffisante, il prend l'état gazeux. Le carbone se conduit-il de même, ou fait-il exception à la règle générale ? Les expériences suivantes vont résoudre la question.

» Nous avons placé à l'intérieur de notre four électrique, chauffé au moyen d'un arc de 1200 ampères et 80 volts, un petit creuset de charbon bien pur, dans lequel le couvercle massif entrait profondément à frottement doux. Ce petit creuset était disposé sur un disque de charbon soutenu par un lit de magnésie comprimée. La chauffe a duré dix minutes et la chaleur produite était assez intense pour volatiliser plusieurs centaines de grammes de chaux et de magnésie.

» Après refroidissement, le couvercle, qui était resté en place, n'adhérait nullement au creuset; toute la masse était transformée en graphite, mais les deux surfaces n'étaient pas soudées.

» Lorsque l'on place une nacelle de charbon dans un tube de même substance, et que l'on chauffe le tube soit superficiellement, soit inférieurement, au moyen d'un arc puissant, on n'arrive jamais à souder la nacelle au tube.

» En faisant agir un arc de 1000 ampères et de 80 à 90 volts dans notre four électrique à tube, il arrive souvent que la partie supérieure du tube qui est la plus exposée à l'action calorifique de l'arc se troue, sans que les bords de l'ouverture présentent, après refroidissement, aucune trace de fusion [1].

» Nous avons chauffé du charbon de sucre dans un creuset fermé au

---

(1) Grâce à l'obligeance de M. Meyer, directeur de la Société Edison, nous avons pu, pendant les vacances, poursuivre ces nouvelles expériences sur la volatilisation du carbone, au moyen d'une machine de 300 chevaux.

Dans ces conditions, nous avions dans notre four électrique un arc d'environ 2200 ampères et 70 à 80 volts. La force effective était donc dans le four électrique de 200 chevaux. On obtient ainsi un foyer intense et, dans la cavité du four, les parties les plus éloignées de l'arc se trouvent exactement à la température de volatilisation de la chaux vive. La cavité du four s'agrandit, en effet, de plus en plus au fur et à mesure de la durée de l'expérience. A la suite de cette dernière étude, et après des centaines d'expériences réalisées dans des conditions bien différentes, il nous a semblé que, dans un four fermé à petite cavité, la température s'élevait avec l'intensité du courant. Il est vraisemblable que la vaporisation du carbone peut limiter, dans une certaine mesure, la température de l'arc lorsque l'on emploie des tensions qui ne sont pas très élevées. Il en est de même des phénomènes de dépolymérisation du carbone, phénomènes importants qui viennent aussi compliquer les conditions thermiques de l'expérience. Mais il nous a toujours paru, dans les nombreuses recherches faites sur ce sujet, que, plus l'intensité du courant qui fournissait l'arc augmentait, plus la température était grande.

Avec 400 ampères et 70 volts, il nous a été impossible de réduire l'oxyde de vanadium par le charbon, le creuset étant placé à un centimètre de l'arc. Avec un courant

moyen d'un arc de 1000 ampères et 70 volts. Le charbon de sucre a gardé sa forme; il conserve encore les vacuoles par où se sont dégagés les hydrogènes carbonés au moment de sa formation. Il est entièrement transformé en graphite, mais la masse pulvérulente, examinée au microscope avec un faible grossissement, ne présente aucune trace de soudure.

» En chauffant dans les mêmes conditions du graphite, du charbon de bois ou du charbon de cornue purifiés par le chlore, on ne retrouve après l'expérience que du graphite, mais chaque variété de carbone a conservé sa forme et l'on ne rencontre nulle part trace de fusion ou de soudure.

» Vient-on maintenant à examiner les électrodes formées de carbone aussi pur que possible qui ont été employées dans ces expériences; on voit que les pointes sont arrondies, complètement transformées en graphite, mais ne présentent pas trace de matière fondue. Avec un courant de 2200 ampères et de 70 volts, la transformation sur des électrodes de 0,05 de diamètre s'est opérée sur une longueur de 15$^{cm}$ [1].

» On peut même former l'extrémité de l'électrode positive, par un cylindre de charbon, ajusté à frottement doux et, après l'expérience, ce cylindre, qui s'est trouvé dans la partie la plus chaude de l'arc, est déformé, mais ne s'est pas soudé à l'électrode.

» Nous devons faire remarquer qu'il n'en est plus de même, si le charbon employé contient des impuretés : oxydes métalliques, silice ou acide borique.

» Nous avons déjà indiqué que l'acide borique fournit, dans ce cas, un borure de carbone défini et cristallisé de formule $Bo^6C$. Ce borure de carbone cristallisé peut s'unir à un excès de charbon et produire des corps d'apparence fondue à forme arrondie, des gouttelettes d'une dureté parfois très grande, mais qui ne sont pas formées de carbone pur. Une très petite quantité d'impuretés métalliques peut de même donner des carbures

---

de 1000 ampères et 70 volts, cette réduction se fait à plusieurs centimètres de l'arc et l'on obtient, dans un temps moitié moindre, environ 100$^{gr}$ de métal.

[1] Voici l'analyse du graphite pris à l'extrémité de l'électrode :

| | |
|---|---|
| Carbone | 99,63 |
| Hydrogène | 0,03 |
| Cendres | 0,039 |

Avant l'expérience la quantité de cendres de ce charbon était voisine de 1 pour 100. Toutes les matières minérales étant plus volatiles que le carbone, l'électrode s'est purifiée peu à peu par volatilisation.

fondus ou cristallins; j'en ai déjà décrit plusieurs. Il est donc indispensable dans ces expériences de n'employer que du carbone aussi pur que possible.

» D'après ces expériences, le carbone passe donc de l'état solide à l'état gazeux, sans prendre l'état liquide.

» Il reste à étudier la variété de carbone produite par la condensation de cette vapeur.

» Nous avons recueilli la vapeur de carbone par trois procédés différents :

» 1° Par distillation. La vapeur de carbone condensée dans le tube de charbon, ainsi que nous l'avons indiqué précédemment, nous a donné un dépôt noir entièrement formé de graphite.

» 2° Par condensation sur un corps froid. Lorsque nous avons placé un tube de cuivre traversé par un courant d'eau froide ([1]), dans notre four électrique, nous avons recueilli, à la surface, un dépôt noir qui a été traité à froid par l'acide chlorhydrique très étendu pour le débarrasser de la chaux vive. Ce dépôt contient de petites sphères de silice et d'autres impuretés, mais il est formé surtout de carbone dont les parties lourdes ou légères sont constituées par de petits cristaux microscopiques présentant tous les caractères du graphite.

» 3° Par condensation sur une paroi chaude. — Lorsque l'on fait jaillir l'arc électrique dans un four en chaux vive, pour éviter la présence de l'acide carbonique qui absorbe la vapeur de charbon pour se transformer en oxyde de carbone, on obtient, surtout au pôle positif, des champignons de carbone qui proviennent de la vaporisation de ce métalloïde dans l'arc lui-même.

» Ce carbone, dont la surface est plus ou moins arrondie, examiné au microscope, ne présente lui aussi aucune apparence de fusion. Sa densité est de 2,10. A l'analyse, il nous a donné pour 100, 99,61 à 99,90 de carbone; il ne renfermait qu'une trace insignifiante de cendres ([2]). C'est donc du carbone pur produit par distillation; il présente tous les caractères du

---

([1]) Dispositif que nous avons décrit à propos de la vaporisation du fer, de l'uranium, de l'or et des autres métaux.

([2]) Ce carbone nous a donné à l'analyse les chiffres suivants :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Carbone | 99,61 | 99,84 | 99,90 |
| Hydrogène | 0,018 | 0,030 | 0,031 |
| Cendres | 0,023 | 0,018 | 0,017 |

graphite et ne peut être brûlé dans l'oxygène qu'à une température assez élevée, de sorte que sa combustion ne peut s'effectuer que dans un tube de porcelaine.

» En résumé, toutes ces condensations de la vapeur de carbone nous ont toujours donné du graphite.

» Lorsque ces diverses expériences ont été terminées, nous avons pensé à les vérifier avec un petit appareil bien connu, la lampe à incandescence. Tout le monde connaît aujourd'hui le dispositif de cet appareil. Un filament de charbon est réuni, grâce à un dépôt électrolytique de cuivre, aux extrémités de deux fils de platine. Ce filament est enfermé dans une ampoule de verre dans laquelle on a fait le vide avec la trompe à mercure. Après un temps d'éclairage qui varie de $500^h$ à $900^h$, on voit un léger voile noir se produire sur le verre. Ce dépôt augmente et met bientôt la lampe hors d'usage. D'autres fois, sous l'action d'un courant trop intense, le filament se brûle en un point et donne en même temps et tout d'un coup, le même dépôt qui se répand uniformément sur l'intérieur de l'ampoule ([1]).

» Si l'on recueille ce dépôt noir dans un verre rempli d'eau, et si on l'examine au microscope, on remarque : des cristaux très petits de siliciure de carbone de forme caractéristique, des cristaux empilés rappelant la silice obtenue par M. Marsden dans l'argent en fusion, et surtout de petites masses plus ou moins agglutinées de couleur noire. Ce dernier dépôt, avec un fort grossissement, ne nous a pas présenté trace de cristallisation. Nous devons faire remarquer, en même temps, que, sur le liquide, nage une pellicule mince qui, au microscope, a une teinte marron. Le contenu d'une lampe a été traité par le mélange d'acide azotique et de chlorate de potassium, et la matière noire ne s'est pas détruite aussitôt. On a maintenu ce mélange pendant douze heures à la température de 60°, et après lavage et décantation, le léger dépôt obtenu, examiné au microscope, nous a présenté des cristaux très nets d'oxyde graphitique. On a enlevé alors la petite lamelle supérieure, on a fait évaporer le liquide, et le résidu, sur la plaque même de verre, a été porté au rouge sombre. Un nouvel examen microsco-

([1]) Une trace de silice ou de sel de calcium déposée accidentellement sur le filament de carbone peut fournir un siliciure de carbone ou un carbure de calcium fusible ou volatil, qui amène une diminution du diamètre du filament. En ce point, la résistance augmente et le courant développe une température plus élevée ; dès lors, le carbone se volatilise et le filament ne tarde pas à se rompre.

pique a fait voir que tous les cristaux jaunes ou verdâtres avaient disparu et étaient remplacés par un dépôt floconneux noir beaucoup plus volumineux. Ce dépôt noir a disparu, à son tour, par combustion à l'air, au rouge sombre. Nous pouvons conclure de cette expérience que le voile formé sur les lampes à incandescence est surtout constitué par du graphite (¹).

» Si, d'autre part, on examine au microscope les extrémités du filament qui a été rompu dans une lampe à incandescence, on reconnaît que les pointes du filament ne présentent pas de parties fondues, que les extrémités en sont effilées et hérissées de petits cristaux de graphite (²).

» De toutes ces expériences, nous pouvons donc conclure que, dans le vide comme à la pression ordinaire, le carbone passe de l'état solide à l'état gazeux sans prendre la forme liquide. A ce point de vue, il peut donc être comparé à l'arsenic.

» Lorsque le carbone gazeux reprend l'état solide, il fournit toujours du graphite.

» Nous estimons cependant que le carbone peut être amené à l'état liquide; mais ce phénomène ne se produirait que sous l'action de pressions plus ou moins fortes. Dans le cas des grandes pressions, comme nos expériences précédentes l'ont établi, la densité du carbone augmenterait et l'on obtiendrait le diamant. J'ai pu préparer en effet, dans mes culots de fer refroidis dans le plomb, de petits diamants présentant l'apparence d'une goutte allongée telle qu'on en rencontre parfois dans la nature. On sait, en effet, que l'on trouve au Cap, comme au Brésil, des diamants qui ne possèdent aucune trace de cristallisation apparente et qui ont des formes arrondies comme celles que peut prendre un liquide maintenu au milieu d'une masse pâteuse. Le carbone sous pression pourrait donc prendre l'état liquide et se solidifier comme l'eau, soit en présentant une masse confuse de cristaux, soit en prenant une forme arrondie et amorphe. »

---

(¹) La petite pellicule qui surnageait le liquide était formée aussi de graphite qui, après déflagration, a laissé un oxyde pyrographitique facilement combustible.

(²) Le graphite qui forme le filament est plus difficilement transformable en oxyde graphitique que le dépôt recueilli à l'intérieur de la lampe.

PALÉONTOLOGIE. — *Nouvelles observations sur les menhirs des bois de Meudon*; par M. **Berthelot**.

« En poursuivant mes recherches sur les monuments préhistoriques du bois de Meudon, j'ai fait quelques nouvelles observations, qu'il paraît utile de faire connaître à l'Académie. Je rappellerai d'abord qu'il ne suffit pas de reconnaître l'existence d'une pierre plus ou moins volumineuse, d'une forme déterminée, pour en conclure à son caractère de monument préhistorique. Il faut encore et surtout constater, par des fouilles, que la pierre a été travaillée et apportée de main d'hommes, et qu'il ne s'agit pas d'une roche en place, telles qu'elles abondent dans tous nos bois. C'est précisément la démonstration que j'ai donnée par mes fouilles, pour les deux menhirs de grès voisins du carrefour de la Garenne (*Comptes rendus*, t. CXIX, p. 265).

» J'ai observé dans la même région, à 200$^m$ environ de distance, mais à une altitude supérieure de 50$^m$, une troisième pierre, travaillée en forme de menhir, et renversée sur le sol de la forêt dans une légère dépression, voisine de la lisière de la forêt et de la haute plaine de Clamart, près d'un chêne numéroté 5 en bleu par les agents forestiers. J'ai fait dégager cette pierre par des fouilles; elle est parfaitement indépendante du sol, et aucune pierre analogue ne l'accompagne. C'est une meulière compacte, taillée en forme de table, ou pentagone irrégulier; elle est épaisse de 0$^m$,40; sa face inférieure surtout est taillée et sensiblement plane. La tranche de l'un des côtés est longue de 1$^m$,10, rectiligne, à cassure nette et normale à la face inférieure de la pierre. Cette table présente 1$^m$,60 dans sa plus grande dimension, et 1$^m$,20 dans une direction perpendiculaire. La tranche rectiligne était orientée de l'est à l'ouest, avant la fouille, de même que les menhirs du carrefour de la Garenne. J'ai fait dresser cette pierre sur sa tranche, et j'ai constaté qu'elle reposait à nu sur une terre noire, sans aucune adhérence ni prolongement. Elle a été sans doute apportée en ce point par la main des hommes qui l'ont taillée.

» J'aurais désiré la laisser debout; mais le garde-forestier qui m'accompagnait a préféré la recoucher, de crainte de quelque accident causé par l'imprudence des promeneurs.

» La contre-épreuve du caractère véritable de ces divers menhirs m'a

été donnée par l'examen de deux autres pierres, l'une meulière, l'autre de grès, situées dans les alentours, mais que la fouille a montré être des roches en place, tenant au sol par leurs prolongements. Je dirai seulement quelques mots de l'une d'elles, à cause de la lumière qu'elle jette sur les origines des deux menhirs de grès du carrefour de la Garenne. C'est une table de grès quadrangulaire, longue de $1^m,90$, sur $1^m,80$ de large, située à $150^m$ de ces deux menhirs et à $50^m$ environ du troisième, que je viens de décrire; mais à un niveau intermédiaire, c'est-à-dire à $30^m$ ou $40^m$ plus haut que les deux menhirs de grès. Cette table est couchée sur une pente fortement inclinée. La fouille a mis à nu, à côté, un autre grès en pointe, qui s'enfonce horizontalement sous la terre.

» En outre, j'ai vérifié, à l'aide d'un baromètre anéroïde, que ces deux derniers grès sont précisément au même niveau qu'un banc de grès, actuellement en exploitation à $2^{km}$ plus loin, dans la plaine de Châtillon. En les dégageant, nous avons trouvé quelques silex éclatés, mais sur lesquels la trace du travail humain est incertaine.

» Si je signale cette table de grès, c'est que sa présence à $150^m$ des deux menhirs du carrefour de la Garenne, et à une altitude supérieure d'une quarantaine de mètres, offre quelque intérêt : elle rend probable, en effet, la région d'origine des deux menhirs, qui auraient été amenés de cette côte voisine, jusqu'au point où on les a érigés autrefois, auprès des sources qui sourdent au bas de la côte. Cette petite région, circonscrite au voisinage du carrefour de la Garenne, est d'ailleurs la seule où il existe, à ma connaissance, des grosses pierres isolées, préhistoriques, en forme de menhirs, dans toute l'étendue des bois qui s'étendent de Clamart à Versailles. »

MÉCANIQUE. — *Note de M.* **Maurice Lévy** *accompagnant la présentation de son « Étude des moyens mécaniques et électriques de traction des bateaux »*.

« J'ai l'honneur de faire hommage à l'Académie de la première partie d'un travail intitulé : *Étude des moyens mécaniques et électriques de traction des bateaux*. Cette première partie se rapporte exclusivement à la traction par câble ou halage funiculaire que j'ai expérimenté à Charenton de juillet 1889 à novembre 1891, qui a été ensuite expérimenté par ordre du Gouvernement prussien sur le canal de l'Oder à la Sprée, qui va sans doute

être mis à l'essai aussi par l'Administration néerlandaise et qui recevra sa première application véritable d'ici à la fin de l'année au souterrain du Mont de Billy sur le canal de l'Aisne et de la Marne.

» Le volume comprend l'historique de la question, la nature des difficultés qu'elle présente, la solution que j'en ai donnée; puis une étude théorique détaillée de la transmission télédynamique envisagée spécialement au point de vue de la traction des bateaux et les règles pratiques pour installer les circuits d'un halage funiculaire.

» Il résulte de cette étude que ces circuits peuvent être très longs, c'est-à-dire que les machines fixes à placer sur les rives d'un canal pour actionner les câbles peuvent être très espacées. Pour un trafic d'un million de tonnes, elles pourraient, à la rigueur, être espacées de près de $40^{km}$ et pour 4 millions de tonnes elles pourraient encore l'être de plus de $20^{km}$.

» Ce tonnage de 4 millions de tonnes peut être considéré comme le tonnage maximum auquel un canal dont les écluses ne peuvent écluser qu'un bateau à la fois puisse livrer passage. D'autre part, au-dessous d'un million de tonnes, le halage funiculaire est trop dispendieux d'installation pour être économique. Il coûte de $20\,000^{fr}$ à $25\,000^{fr}$ par kilomètre. Mais il devient rapidement économique au-dessus de 14 à 1 500 000 tonnes.

» Pour les canaux de faible trafic, j'étudie un tout autre mode de propulsion des bateaux où l'électricité jouera sans doute un rôle. Ce sera l'objet de la seconde partie de ce travail avec quelques détails complémentaires sur le halage funiculaire.

» En terminant, je dois remercier de son zèle mon collaborateur M. l'ingénieur Pavie, qui m'a secondé dans les expériences, dans la rédaction de ce Volume dont il a fait tous les calculs numériques souvent très laborieux. Je dois également remercier l'Imprimerie nationale du soin qu'elle a apporté à l'impression et de la beauté des planches. »

M. **Bouquet de la Grye** présente, au nom du Bureau des Longitudes, le Volume de la *Connaissance des Temps pour l'année* 1897. L'Académie sait que d'importantes améliorations ont été apportées récemment à cette publication, qui paraît régulièrement depuis 219 ans.

M. Lœwy, qui la dirige, a fait ajouter cette année, dans les Cartes des éclipses de Soleil, les courbes passant par les points de la Terre pour lesquels le commencement et la fin de l'éclipse ont lieu simultanément, et d'autres passant par les points dans lesquels la grandeur de la phase atteint quatre et huit doigts.

Ce même Volume contient, en outre, les éléments écliptiques des grosses planètes et de leurs satellites y compris leurs élongations et les éléments de l'anneau de Saturne.

D'après le dire des astronomes étrangers, la *Connaissance des Temps* est aujourd'hui le plus complet des éphémérides.

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Isidore Jary** soumet au jugement de l'Académie un système de signaux sonores à intervalles convenus, destinés à faire connaître la direction de la route des navires en mer et à prévenir les collisions en temps de brume.

(Commissaires : MM. de Jonquières, Guyou.)

## CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle planète* BE, *faites à l'Observatoire de Paris* (*équatorial de la tour de l'Ouest*), par M. **G. Bigourdan.** Communiquées par M. Tisserand.

« Cette planète, remarquable par la grandeur de son mouvement journalier en déclinaison (— 29′), a été découverte, le 1^er^ novembre 1894, par M. Max Wolf, à la position suivante (pour $9^h 15^m$ t. m. de Heidelberg)

$$Æ = 2^h 38^m 48^s, \qquad \text{Décl.} = +8°8'.$$

» Voici les observations que nous en avons pu faire jusqu'ici :

| Dates 1894. | Étoiles de comparaison. | Planète — Étoile. ΔÆ. | Planète — Étoile. Δ Décl. | Nombre de compar. |
|---|---|---|---|---|
| | | m s | ′ ″ | |
| Nov. 4....... | *a* 410 BD + 6° | —0. 5,66 | +2.29,0 | 12:12 |
| 4....... | *a* 410 BD + 6 | —0.10,97 | —1.15,4 | 4:4 |
| 4....... | *b* 409 BD + 6 | +0. 9,78 | +4.31,7 | 4:4 |

*Positions des étoiles de comparaison.*

| Dates 1894. | Étoiles. | Ascens. droite moyenne 1894,0. | Réduction au jour. | Déclinaison moyenne 1894,0. | Réduction au jour. | Autorités. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | h m s | s | ° ′ ″ | ″ | |
| Nov. 4... | *a* | 2.36.51,01 | +3,86 | +6.31.34,3 | +24,8 | Weisse₁ (584) |
| 4... | *b* | 2.36.29,36 | +3,89 | +6.25.39,7 | +24,7 | Schjellerup (754) |

*Positions apparentes de la planète BE.*

| Dates 1894. | Temps moyen de Paris. | Ascension droite apparente. | Log. fact. parallaxe. | Déclinaison apparente. | Log. fact. parallaxe. |
|---|---|---|---|---|---|
| | h m s | h m s | | | |
| Nov. 4 ........ | 9.11. 7 | 2.36.49,21 | $\bar{1}$,376$_n$ | +6°.34'.28",1 | 0,782 |
| 4 ........ | 12.15.48 | 2.36.43,90 | $\bar{2}$,787 | +6.30.43,7 | 0,774 |
| 4 ........ | 12.23.23 | 2.36.43,03 | $\bar{2}$,869 | +6.30.36,1 | 0,774 |

» *Remarque.* — La planète est de grandeur 11-11,5. »

ASTRONOMIE. — *Les neiges polaires de Mars.* Note de M. C. **Flammarion**, présentée par M. Faye.

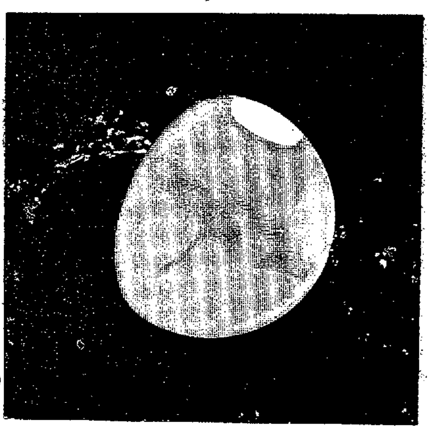
« La tache polaire australe de Mars a suivi la décroissance normale de sa fusion estivale sous l'action des rayons solaires, mais elle n'a pas entièrement disparu. Le pôle du froid de l'hémisphère austral de ce monde voisin ne coïncide pas avec le pôle géographique, mais se trouve vers le 30$^e$ degré de longitude et vers 5° $\frac{1}{2}$ de distance polaire, c'est-à-dire à environ 330$^{km}$ du pôle géographique. Cette région n'était pas en vue à la date du 13 octobre, car alors, à 10$^h$30$^m$ du soir, c'était le 263$^e$ degré qui passait au méridien central de l'hémisphère martien tourné vers la Terre. L'inclinaison actuelle du pôle austral vers nous fait qu'en cette position la minuscule tache neigeuse, étant de l'autre côté du pôle, s'efface dans le bord de la planète.

» La région de la Baie du méridien au Lac du Soleil, au-dessus de laquelle la calotte polaire neigeuse est toujours visible, extrêmement réduite, car elle approche de son minimum, est revenue de face et a pu être observée le 29 octobre dernier, à l'observatoire de Juvisy, aux premières heures de la soirée, ainsi que le 31 octobre et le 1$^{er}$ novembre, par d'assez bonnes conditions atmosphériques, surtout à cette dernière date. La fusion des neiges polaires (quelle que soit d'ailleurs la nature de ces neiges, qui ne sont peut-être pas composées d'une eau chimiquement identique à l'eau terrestre) avait continué régulièrement. Elles sont actuellement en grande partie fondues et ne mesurent guère que 5° d'arc aréocentrique. J'ai l'honneur de présenter à l'Académie quelques-uns des dessins faits à l'observatoire de Juvisy, par M. Antoniadi, qui mettent bien en évidence la diminution lente de ces neiges depuis la saison d'été de cet hémisphère de Mars,

dont le solstice a eu lieu le 31 août dernier. Voici un résumé très sommaire des observations :

» 2 *juillet*, $3^h 30^m$ du matin. — Diamètre = 10″,9. Longitude du méridien central = 228°. La calotte polaire australe est très blanche et très étendue. La mer cimmérienne passe au méridien central. Le Cyclope se voit sans difficulté (*fig.* 1).

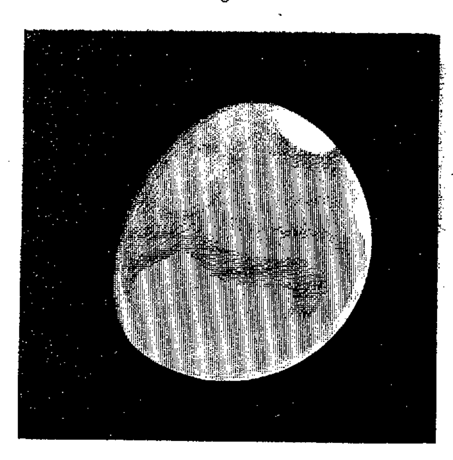
Fig. 1.



2 juillet.

» 26 *juillet*, $1^h$ matin. — D = 13″,1. ℒ = 304°. La calotte polaire présente une diminution de plus en plus sensible. La mer du Sablier se couche à l'ouest, et la Baie du méridien va bientôt s'approcher du centre (*fig.* 2).

Fig. 2.

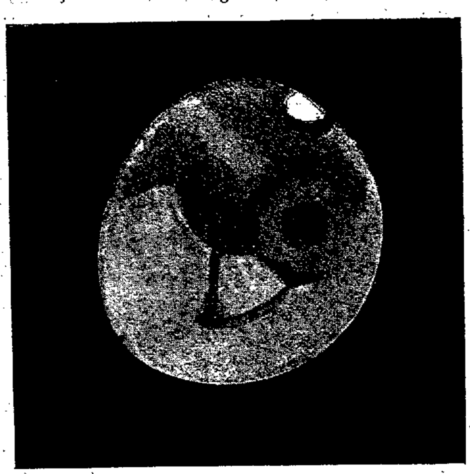


26 juillet.

» 23 *août*, $2^h$ matin. — D = 16″,1. ℒ = 57°. Neige polaire de plus en plus réduite, entourée d'une bordure sombre. Lac du Soleil. Le Gange, qui passe au méridien cen-

tral, est très net et aboutit au Lac de la Lune, d'où le Chrysorrhoas monte vers le petit lac Tithonius. Projection brillante sur le terminateur, par 50° de latitude australe. Autre, minuscule, au-dessous de l'équateur (*fig.* 3).

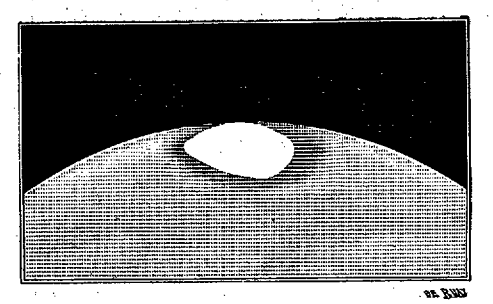
Fig. 3.



23 août.

» 28 *août*, 3h matin. — $D = 16'',7$. $\mathcal{L} = 34°$. La calotte polaire, parfaitement nette, est examinée avec un grossissement de 600. Elle se montre légèrement polygonale, et non pas elliptique, les neiges étant plus étendues à l'est, vers 70° de longitude, qu'à l'ouest, vers 340°. Cette tache est certainement irrégulière (*fig.* 4).

Fig. 4.



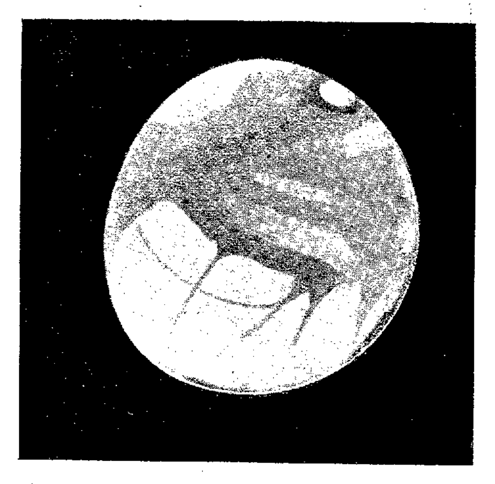
28 août.

» 29 *août*, minuit. — $D = 17'',0$. $\mathcal{L} = 331°$. De la neige polaire à la Corne d'Ammon, on remarque une traînée sombre. La Baie du méridien, fourchue, se prolonge par l'Hiddekel et le Gehon. L'Oronte se dégage de l'Hiddekel pour aller traverser l'Euphrate et atteindre la mer du Sablier. La région de Deucalion est assez claire (*fig.* 5).

» 15 *septembre*, 12h30. — $D = 19'',3$. $\mathcal{L} = 182°$. On soupçonne seulement la calotte

polaire australe au bord même du disque, et l'on pourrait croire qu'elle va disparaître.

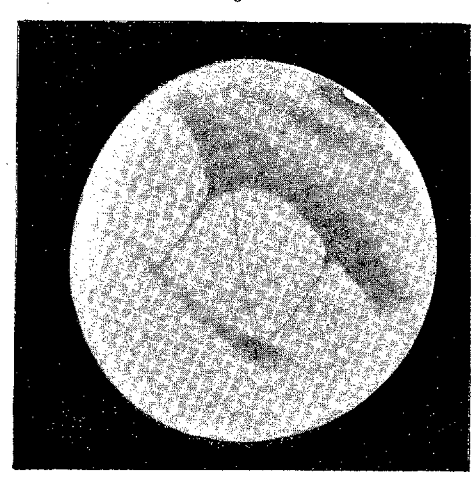
Fig. 5.



29 août.

Mer Cimmérienne. On y reconnaît le Titan, le Tartare et le Laestrygon (*fig.* 6).

Fig. 6.

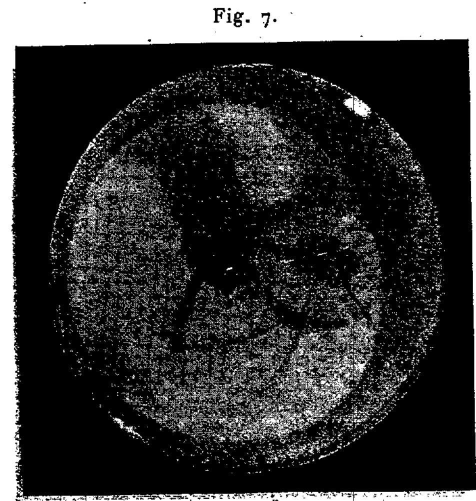


15 septembre.

» 27 *septembre*. — $D = 20'',8$. $\mathcal{L} = 52°$. La calotte polaire est bien plus étendue qu'elle ne l'était le 15. Ce qui prouve qu'elle doit être excentrique par rapport au

pôle de rotation. Le golfe de l'Aurore, assez foncé, passe au centre. Le Gange se voit nettement (*fig.* 7).

Fig. 7.



27 septembre.

» 1er *novembre*, 11h soir. — $D = 20'',1$. $\mathcal{L} = 105°$. La calotte polaire, extrêmement réduite, se voit depuis 7h du soir, comme le 29 et comme le 31 octobre, vers la même longitude où déjà le 27 septembre nous avons constaté l'agrandissement apparent de la tache neigeuse. C'est bien toujours vers 30° ou 40°. Définition parfaite. Douze canaux

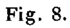
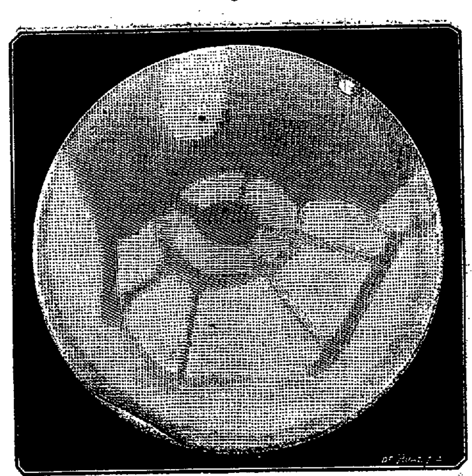


Fig. 8.



1er novembre.

sont visibles, plus un *nouveau*, non observé encore, à l'est du lac du Soleil. Grand changement sur Aonius sinus. Trace certaine des *neiges polaires boréales* (*fig.* 8).

» De l'ensemble des observations, on peut conclure que la tache polaire australe a subi la diminution suivante :

| Dates. | Arc aréocentrique. | En kilomètres. |
|---|---|---|
| 1 Juin.................. | 65° | 3900 |
| 15 » .................. | 50 | 3000 |
| 1 Juillet................. | 42 | 2520 |
| 15 » ................ | 35 | 2100 |
| 1 Août................. | 30 | 1800 |
| 23 » ................. | 15 | 900 |
| 27 Septembre ............ | 11 | 660 |
| 1 Novembre............ | 5 | 300 |

» On a pris soin de faire les trois dernières séries résumées ici, lorsque la longitude 30 n'était pas trop éloignée du méridien central. »

PHYSIQUE. — *Relation entre les tensions de vapeur d'un corps à l'état solide et à l'état liquide. — Influence de la pression sur la température de fusion.* Note de M. **A. Ponsot**.

« Dans une récente Communication, je me suis occupé en particulier de la glace et de l'eau et j'ai établi la relation suivante :

$$RT\log\frac{F}{f}=E\left[\frac{l_0}{T_0}(T_0-T)-(C_e-C_g)T\left(\frac{T_0-T}{T}-\log\frac{T_0}{T}\right)\right],$$

$F$ et $f$ étant les tensions maxima de vapeur à $T$, $l_0$ la chaleur latente interne de fusion à $T_0$, température du point triple, $C_e$ et $C_g$ les chaleurs spécifiques de l'eau et de la glace.

» On peut, pour un corps quelconque, et par un raisonnement analogue à celui qui a été donné, retrouver la même relation entre $R$, $F$, $f$, $T_0$, $T$, $l_0$; $C_e$, $C_g$ se rapportant à ce corps. Il faut toutefois remarquer, qu'à l'inverse de l'eau, la plupart des corps augmentent de volume dans la fusion, et, par suite, qu'à une température inférieure au point triple, la pression $P$ sous laquelle la fusion se fait d'une manière réversible est plus petite que les tensions maxima de vapeur $F$ et $f$. Il ne faut pas oublier que la relation convient seulement aux corps satisfaisant aux conditions suivantes : 1° on peut appliquer à leur vapeur les lois des gaz parfaits; 2° pendant les changements de température le travail externe peut être négligé devant le travail interne; 3° les chaleurs spécifiques peuvent être considérées comme

invariables. Ces trois conditions seront souvent réalisées dans un intervalle de température plus ou moins étendu.

» Des observations relatives aux tensions de vapeur d'un corps à l'état solide et à l'état liquide ont été faites sur le benzène et l'acide acétique. Les résultats montrent qu'elles comportent des erreurs accidentelles et des erreurs systématiques relativement importantes.

» Pour le benzène, je rejette les résultats de Ramsay et Young obtenus en employant du benzène impur, et ceux de Fischer, avec lesquels on ne peut pas calculer la température du point triple; j'utilise à la vérification de la relation ci-dessus ceux de Ferche (*Annales de Wiedemann*, 1891): afin de balancer les erreurs systématiques, je réunis les formules empiriques résumant chaque série d'expériences et j'obtiens les deux formules suivantes :

$$F = 26^{mm},4492 + 1,47215\,t + 0,04225\,t^2,$$
$$f = 24^{mm},432 + 1,6938\,t + 0,070372\,t^2.$$

» Elles donnent pour le point triple où $F = f$, $t = 5°400$; c'est précisément la température observée par Ferche dans des expériences directes. On peut en tirer à diverses températures les valeurs de $\log\frac{F}{f}$ et de $f$ (données en A et C dans le Tableau ci-dessous). On peut calculer les valeurs de $\log\frac{F}{f}$ et de $f$, en admettant F donné par l'expérience, à l'aide de la relation à vérifier (B et D). Je prends $R = 1086^{gr.cm},5$ en admettant comme densité de vapeur la densité théorique (des expériences d'Young on déduirait une densité plus faible de quelques centièmes). Je déduis $l_0$ de la formule $RT_0\frac{d\log\frac{F}{f}}{dt} = \frac{El_0}{T_0}$, ce qui donne $29^c,22$ compris entre 29,089 (Pettersson) et 29,433 (Pickering); $C_e - C_g = 0,017$ :

| $t$. | A. | B. | C. | D. | Diff. |
|---|---|---|---|---|---|
| 5° | 0,00597912 | 0,00599737 | 34,660 | 34,660 | 0 |
| 4 | 0,0208295 | 0,020738 | 32,333 | 32,336 | + 3 |
| 3 | 0,035805 | 0,0356692 | 30,147 | 30,152 | + 5 |
| 2 | 0,0506898 | 0,050701 | 28,101 | 28,101 | 0 |
| 1 | 0,0652795 | 0,0658326 | 26,196 | 26,182 | − 14 |

» La relation est donc vérifiée pour le benzène.

» J'ai essayé de l'appliquer aux mesures de Ramsay et Young relatives à l'acide acétique. Mais on sait que la vapeur de ce corps ne suit pas les

lois de Mariotte et de Gay-Lussac : comprimée, sa densité relative par rapport à l'hydrogène, dans les mêmes conditions, croît beaucoup jusqu'à la saturation et atteint une valeur variable avec la température. En prenant à chaque température, pour valeur de R, celle qui correspond à la vapeur saturée, on prend R trop petit; on doit donc trouver pour $\log\frac{F}{f}$ une valeur trop grande et pour $f$ une valeur trop petite, ce que le calcul vérifie.

» Dans le voisinage du point triple $T_0$ on a

$$\frac{F-f}{F}:(T_0-T)=\frac{El_0}{RT_0^2}=\frac{1}{69,25} \text{ pour le benzène}$$

$$\text{»} \qquad =\frac{1}{20} \quad \text{pour l'acide acétique.}$$

» *Influence de la pression sur la température de fusion.* — La somme des travaux extérieurs effectués par le corps dans la fusion

$$Tr+P(u'_P-u_P)+Tr'=-\left(RT\log\frac{F}{f}+fu_f-Fu'_F\right).$$

Cette égalité établie pour la glace à une température inférieure au point triple peut être étendue à tous les corps et à une température supérieure au point triple, alors que les valeurs de $f$ ne sont pas observables. Cette somme de travaux est donc en général de signe contraire à $\log\frac{F}{f}$, excepté dans le voisinage du point triple; car à une température très proche du point triple cette somme de travaux change de signe. On peut évaluer cette somme de travaux à l'aide des coefficients moyens de compressibilité C et C', et l'on obtient pour relation entre la pression et la température de fusion, en négligeant $f$ et F devant P,

$$E\left[\frac{l_0}{T_0}(T_0-T)-(C_e-C_g)T\left(\frac{T_0-T}{T}-\log\frac{T_0}{T}\right)\right]$$
$$=P(u_f-u'_F)+\frac{P^2}{2}(C'u'_F-Cu_f).$$

A la limite, on a la formule connue

$$-\frac{EL_0}{T_0}dT=dP(u_0-u'_0).$$

» En appliquant ces formules aux résultats expérimentaux de Thomson sur la glace, on trouve que $T_0=273°+0°,00725$ et que le coefficient de compressibilité de la glace doit être très peu inférieur à celui de l'eau : en moyenne 0,00005. Pour le benzène on calcule que la température de

fusion sous la pression atmosphérique est supérieure de 0°,0305 au point triple : ce qui a été vérifié directement par Ferche [1]. »

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Influence de la forme sur la sensibilité lumineuse et aberration de l'œil.* Note de M. **Charles Henry**, présentée par M. Becquerel.

« On peut étudier l'influence d'une forme (un angle par exemple) sur la sensibilité lumineuse en recherchant rapidement la distance la plus grande à laquelle cette forme, après fixation durant quelques secondes, apparaît comme une tache à peine distincte sur le fond blanc du papier. Pour pouvoir enregistrer *le plus rapidement possible* l'influence de la forme, influence de courte durée et difficile à saisir, pour éviter aussi les inconvénients multiples de mesures de grandes distances et les perturbations provenant de poussières atmosphériques, j'adopte un dispositif d'observation dont j'ai déjà eu l'honneur d'entretenir l'Académie (21 mai 1894) : j'applique contre l'œil, à l'extrémité d'une règle plate divisée en centimètres, une lentille convergente (12 dioptries), qui a pour résultat de produire une myopie artificielle et conséquemment de brouiller les images ; je fais glisser, à la lumière d'une source constante (lampe Carcel), sur ce mètre, un curseur qui présente des cartons avec les différents angles tracés à côtés égaux et d'une même épaisseur de trait. Je prie le sujet d'indiquer le moment auquel la perception de l'angle disparaît pour ne laisser qu'une tache indistincte : je note la division correspondante. Dans le Tableau ci-dessous les angles ($25^{mm}$ de côtés) sont mesurés par les inverses des sections de circonférence déterminées :

| Angles. | Distances en centimètres observées par différents sujets. | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 3.......... | 36 | 21 | 20,25 | 24 | 22,5 |
| 4.......... | 33 | 20,25 | 20 | 22,5 | 23,5 |
| 5.......... | 41 | 20 | 20,50 | 24 | 24,5 |
| 6.......... | 34 | 21,25 | 19,75 | 23,5 | 25,25 |
| 7.......... | 45 | 21,50 | 21,25 | 25,5 | 27 |
| 8.......... | 30 | 21 | 20 | 24 | 24,5 |
| 9.......... | 43 | 21,25 | 21 | 25 | 25,5 |

[1] Cette Note, celle du 5 novembre et celle du 30 avril 1894 se rattachent à des travaux entrepris au laboratoire de Recherches physiques à la Sorbonne.

| Angles. | Distances en centimètres observées par différents sujets. | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 10.......... | 39,75 | 20,5 | 19,75 | 23 | 21,25 |
| 11.......... | 48 | 21,25 | 20,50 | 24,5 | 23,5 |
| 12.......... | 37 | 19 | 19,50 | 21 | 20,75 |
| 13.......... | 45 | 20 | 20,50 | 28 | 24 |
| 14.......... | 44 | 21 | 21 | 25 | 23,5 |
| 15.......... | 39 | 19,75 | 19,75 | 21 | 21,5 |
| 16.......... | 37 | 19,25 | 19,50 | 20,5 | 20,75 |
| 17.......... | 31 | 19,75 | 19,50 | 21 | 20 |
| 18.......... | 48 | 20 | 20 | 24,5 | 24 |

» De ces nombres, extraits au hasard de mon carnet d'expériences, et vérifiés pour toutes les situations, il ressort que les angles déterminant des sections de circonférence, dont les extrémités correspondent aux sommets de polygones réguliers inscriptibles par le compas, c'est-à-dire ayant des nombres de côtés des formes $2^m$, $2^n+1$ (premier), $2^m(2^n+1)(2^p+1)\ldots$, formes que j'appelle *rythmiques*, disparaissent à une moindre distance que les autres; ils sont donc relativement anesthésiants, les autres relativement hyperesthésiants.

» Cette conclusion s'applique à un œil normal; pour une rétine fatiguée, il y aurait renversement. Suivant que le quotient de la somme des distances auxquelles disparaissent les angles non rythmiques dans leurs diverses situations par la somme des distances auxquelles disparaissent les angles rythmiques dans des situations aussi identiques que possible aux précédentes est plus grand, égal ou plus petit que 1, il y a état normal, anormal ou fatigue de la rétine : j'appelle *indicateur opsimétrique* cette nouvelle constante en ophtalmologie.

» Il est important de pouvoir déduire la distance à laquelle la forme deviendrait, si possible, *dans les mêmes conditions de rapidité*, à peine perceptible à l'œil nu. Il est facile de résoudre approximativement ce problème si l'on connaît l'aberration de l'œil qui observe.

» Dans ma Communication du 21 mai, j'ai assimilé l'œil à une lentille dont les deux faces plongent dans l'air, et je suis arrivé à une formule faisant dépendre $\lambda$, l'aberration longitudinale de l'œil, des variations de diamètre de la pupille que l'on constate, chez les visuels, suivant la perception du minimum perceptible à l'œil nu ou suivant la perception de ce minimum à travers la lentille. L'assimilation de l'œil à une lentille n'étant qu'une approximation un peu grossière, j'ai repris le calcul de $\lambda$ en fonc-

tion des données de ces expériences pour l'*œil réduit*, et je suis arrivé aux relations suivantes :

» 1° Dans le cas de la vision à travers le pupillomètre

$$\lambda = \frac{\Delta_1}{\Delta} \cdot 300 \frac{p_1 - \varphi}{p\varphi}; \tag{1}$$

» 2° Dans le cas de la vision sans adjonction du pupillomètre

$$\lambda = \frac{300(p_1 - \varphi)}{p\varphi} + \mathrm{D} \operatorname{tang} \omega \frac{\Delta - \Delta_1}{\Delta\Delta_1} \cdot 30, \tag{2}$$

les nombres exprimant des millimètres, $p_1$ la distance à laquelle l'objet disparaît dans la vision à travers la lentille, $\varphi$ la distance focale de la lentille, D la longueur de l'œil réduit ($20^{mm}$).

» I. De l'examen de ces deux formules il ressort que la méthode permet de déterminer l'aberration, même chez les sujets qui ne présentent à aucun degré la vision mentale (chez lesquels $\Delta_1 = \Delta$); la méthode est générale; l'aberration est seulement plus faible.

» II. En calculant avec les nouvelles formules, d'après les données de l'expérience relatées dans ma précédente Communication, les valeurs de $\lambda$, on trouve pour les différents sujets, dans le cas de la vision, à travers le pupillomètre : $0^{mm},0178$, $0^{mm},552$, $0^{mm},0251$, $-0^{mm},217$; dans le cas de la vision sans adjonction de pupillomètre : $1^{mm},25$, $2^{mm},02$, $0^{mm},212$, $1^{mm},665$. La 1^re^, la 3^e^ et la 4^e^ des valeurs de chacune de ces séries se rapportent au même œil respectivement; dans deux cas sur trois les $\lambda$ de la 1^re^ série sont notablement plus petits que les $\lambda$ de la 2^e^; si l'on observe que, dans le 1^er^ cas de l'adjonction du pupillomètre, il y a des efforts d'accommodation en vue de percevoir la tangence des cercles de diffusion des deux trous pupillométriques, on trouve une confirmation d'un fait très important et très discuté : *la tendance à corriger et à surcorriger l'aberration pendant l'accommodation*.

» III. Si l'on connaît $\lambda$ par une méthode indépendante de celle de la lentille, par exemple la méthode skioscopique, il suffit de résoudre par rapport à $p$ l'équation (2) pour pouvoir déduire approximativement d'une observation à travers la lentille la distance à laquelle, dans les mêmes conditions de rapidité, si cela était possible, une forme apparaîtrait comme une tache à peine distincte, après fixation de l'œil nu. »

THERMOCHIMIE. — *Recherches sur les azotates mercuriques.* Note de M. RAOUL VARET.

« On ne possède aucune donnée thermochimique précise relative aux azotates mercuriques. Aussi ai-je fait de ces sels une étude parallèle à celle que j'ai effectuée sur les sulfates de mercure et que j'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie dans une précédente Communication. Ce sont les résultats que j'ai obtenus au cours de ces recherches qui font l'objet de la présente Note.

» I. *Azotate neutre de mercure* $Hg(AzO^3)^2, \frac{1}{2}H^2O$. — A. J'ai mesuré la chaleur de dissolution de l'azotate de mercure très pur dans l'acide azotique; j'ai trouvé que

$4AzO^3H$ (1 mol. = $1^{lit}$) + $Hg(AzO^3)^2, \frac{1}{2}H^2O$ sol. absorbe vers 16° ..... $-0^{Cal},71$
$4AzO^3H$ (1 mol. = $1^{lit}$) + $2Hg(AzO^3)^2, \frac{1}{2}H^2O$ sol. » ..... $-1^{Cal},42$

» B. J'ai déterminé la chaleur de formation de l'azotate de mercure solide à partir de l'acide nitrique étendu et de l'oxyde de mercure précipité par la méthode rigoureuse des doubles décompositions réciproques qui conduit en outre à des notions intéressantes sur les déplacements réciproques entre les acides azotique, chlorhydrique et cyanhydrique combinés au mercure.

1. { $Hg(AzO^3)^2, \frac{1}{2}H^2O$ sol. + $2HCl$ ét. dégage vers 16° ............... $+11^{Cal},70$
   { $2AzO^3H$ ét. + $HgCl^2$ ét. » ................ $+0^{Cal},09$

» On a d'ailleurs, d'après M. Berthelot,

$HgO$ préc. + $2HCl$ ét. dégage ...................................... $+18^{Cal},90$

» D'où l'on tire

$HgO$ préc. + $2AzO^3H$ ét. = $Hg(AzO^3)^2, \frac{1}{2}H^2O$ sol. + $H^2O$ liq. dégage ... $+7^{Cal},29$

2. { $Hg(AzO^3)^2, \frac{1}{2}H^2O$ sol. + $2HCy$ ét. dégage vers 15° ............... $+24^{Cal},40$
   { $2AzO^3H$ ét. + $HgCy^2$ ét. » ............... $+0^{Cal},85$

» On a, d'après M. Berthelot,

$HgO$ préc. + $2HCy$ ét. ...................................... $31^{Cal},00$

» D'où l'on conclut

$HgO$ préc. + $2AzO^3H$ ét. = $Hg(AzO^3)^2, \frac{1}{2}H^2O$ sol. + $H^2O$ liq. dégage ... $+7^{Cal},45$

3. { $Hg(AzO^3)^2, \frac{1}{2}H^2O$ sol. + $2NaCl$ ét. dégage vers 15° ............... $+11^{Cal},30$
   { $2NaAzO^3$ ét. + $HgCl^2$ ét. absorbe vers 15° ...................... $-0^{Cal},35$

d'où l'on conclut, d'après les chaleurs de formation du chlorure et de l'azotate de sodium qui sont égales et celle du chlorure de mercure, $7^{Cal},35$. La moyenne générale est $+7^{Cal},36$.

» En résumé, on a :

$HgO$ précip. + $2AzO^3H$ étendu = $Hg(AzO^3)^2, \frac{1}{2}H^2O$ sol. + $H^2O$ liq. dégage vers 15° ... $+7^{Cal},36$

Hg liq. + $Az^2$ gaz + $O^6$ gaz + $\frac{1}{2}H^2O$ liq. = $Hg(AzO^3)^2, \frac{1}{2}H^2O$ sol. dégage, vers 15° ... $+58,36$

» II. *Azotate tribasique* $3HgOAz^2O^5H^2O$. — A. J'ai trouvé, pour la chaleur de dissolution de ce sel dans l'acide azotique étendu,

$Az^2O^5.3HgO.H^2O$ solide + $20AzO^3H$ étendu dégage ... $+3^{Cal},8$

» B. J'ai employé deux procédés pour déterminer la chaleur de formation de ce composé

1. { $Az^2O^5.3HgO.H^2O$ sol. + $6HCl$ ét. = $3HgCl^2$ diss. + $2AzO^3H$ ét. dégage vers 16° ... $+41^{Cal},41$
$3HgCl^2$ étendu + $2AzO^3H$ étendu dégage vers 16° ... $+0^{Cal},07$

» Sachant que $3HgO$ précipité + $6HCl$ étendu dégage $56^{Cal},7$, on en déduit

$3HgO$ précipité + $2AzO^3H$ étendu = $3HgO.Az^2O^5.H^2O$ sol., dégage ... $+15^{Cal},36$

2. { $3HgO.Az^2O^5.H^2O$ sol. + $6HCy$ étendu = $3HgCy^2$ étendu + $AzO^3H$ ét. + $H^2O$ liq. dégage ... $+77,50$
$3HgCy^2$ étendu + $2AzO^3H$ étendu dégage ... $+0,06$

» On a aussi $3HgO$ précipité + $6HCy$ étendu dégage $93^{Cal},0$. D'où l'on conclut

$3HgO$ précipité + $2AzO^3H$ étendu = $3HgO.Az^2O^5.H^2O$ sol., dégage ... $+15^{Cal},54$

» De ces nombres, on déduit

$3HgO$ précip. + $2AzO^3H$ ét. = $3HgO.Az^2O^5.H^2O$ liq. dégage vers 15° ... $+15^{Cal},45$
$HgOAz^2O^5, \frac{1}{2}H^2O$ sol. + $2HgO$ + $\frac{1}{2}H^2O$ liq. = $3HgO.Az^2O^5.H^2O$ sol. ... $+8^{Cal},09$

» III. *Action de l'eau sur l'azotate neutre.* — J'ai examiné l'action d'un grand excès d'eau sur l'azotate neutre et j'ai trouvé que

$Hg(AzO^3)^2, \frac{1}{2}H^2O$ sol. + $10^{lit}$ eau
$= \frac{13}{16}HgOAz^2O^5$ diss. + $\frac{2}{16}AzO^3H$ diss. + $\frac{13}{16}(3HgOAz^2O^5.H^2O)$ sol. abs. ... $-1^{Cal},2$

» Le calcul indique $-0^{Cal},99$. La transformation totale d'une molécule d'azotate neutre en azotate tribasique et acide étendu absorberait $-2^{Cal},21$, et la redissolution du sel basique ainsi formé dans un excès d'acide dégage $1^{Cal},26$. La réaction la moins endothermique correspondra à la formation d'une liqueur nitrique saturée d'azotate tribasique; ce qui est conforme aux expériences de M. Ditte.

» *Conclusions.* — I. J'ai mesuré la chaleur de formation, jusqu'ici inconnue, des azotates mercuriques.

» II. Dans la dissociation par l'eau de l'azotate mercurique neutre de

toutes les réactions possibles, c'est celle qui est la moins endothermique qui se produit.

» III. L'acide azotique, comme les acides sulfurique, picrique, acétique et oxalique, opposé aux acides chlorhydrique et cyanhydrique vis-à-vis de l'oxyde de mercure, est déplacé par ces derniers complètement ou sensiblement. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les acides campholéniques et les campholénamides.* Note de M. A. **Béhal**, présentée par M. Friedel.

« L'acide campholénique a pour formule $C^{10}H^{16}O^2$; il a été obtenu soit par la saponification du nitrile campholénique, soit par l'action de l'amalgame de sodium en solution alcoolique sur le camphre β-dibromé ([1]) [Goldschmidt et Zürrer (*D. chem. Ges.*, t. XVII, p. 2061), et Kachler et Spitzer (*Mon. f. Chem.*, t. III, p. 216)].

» L'acide obtenu en partant de ces produits a paru identique à MM. Kachler et Spitzer (*D. chem. Ges.*, t. XVII, p. 2400).

» Ce corps est décrit comme une huile épaisse, incolore, à odeur de térébenthine, à saveur brûlante, bouillant à 254°-255°, d'après MM. Goldschmidt et Zürrer et à 265° d'après MM. Kachler et Spitzer, donnant des sels difficilement cristallisables et une amide fondant, suivant les différents auteurs, de 124° à 127°.

» M. W. Thiel (*D. chem. Ges.*, t. XXVI, p. 922) a de plus trouvé que l'acide préparé au moyen du nitrile campholénique de Naegeli se décomposait en acide carbonique et campholène bouillant à 129°-130°,5.

» Je me suis proposé d'étudier l'acide campholénique, espérant trouver des faits utiles à l'établissement de la formule de constitution du camphre.

» Je l'ai préparé par la saponification du nitrile campholénique obtenu lui-même par la déshydratation de la camphoroxime par le chlorure d'acétyle.

» Le nitrile obtenu possède une odeur mixte de violettes et de camphre; il bout mal; après quatre rectifications au tube Le Bel-Henninger, il passe vers 222°, mais en laissant une portion supérieure assez abondante. Voulant partir d'un corps nettement défini, j'ai hydraté le nitrile passant à 222° par une ébullition d'environ vingt minutes avec la potasse alcoolique. La

---

([1]) Il est possible que ces deux produits ne soient pas identiques.

liqueur neutralisée, puis privée d'alcool par distillation, enfin traitée par un courant de vapeur d'eau qui entraîne le nitrile qui n'a pas réagi, laisse dans le ballon un corps qui se solidifie. Celui-ci purifié par cristallisation dans l'eau bouillante, qui en laisse déposer environ $4^{gr}$ par litre, forme de longues aiguilles soyeuses fondant à 83°, et qui, cristallisées dans l'alcool à 40°, dans lequel elles sont très solubles à chaud et peu à froid, fondent encore à 83°.

» C'est l'amide campholénique; or on donne pour point de fusion de cette amide 124°, 125°, 126°, 127°.

» C'est de cette amide que je suis parti pour préparer l'acide campholénique; la saponification à chaud par la potasse alcoolique est assez longue. Une fois qu'elle est terminée, ce que l'on reconnaît à l'absence de dégagement sensible de gaz ammoniac, on distille au bain de sel pour chasser l'alcool, on neutralise par un courant d'acide carbonique, on additionne d'eau et l'on distille de nouveau pour enlever l'alcool retenu par la potasse. La liqueur refroidie est épuisée une fois à l'éther pour enlever l'amide qui aurait pu ne pas être saponifiée. On acidule ensuite par l'acide chlorhydrique étendu et l'on épuise à l'éther exempt d'alcool. La solution éthérée, lavée à l'eau, est séchée sur le chlorure de calcium; l'éther est distillé; l'acide cristallise par refroidissement; il fond à 50°, est incolore, inodore, insipide; il distille très bien sous pression réduite à 185° (sous $120^{mm}$). Pur, il distille également sans altération notable à 247°-248° (sous $760^{mm}$); mais une trace d'alcali provoque un dégagement régulier d'acide carbonique et la formation de campholène ([1]).

» La décomposition est intégrale.

» L'acide campholénique que j'ai obtenu est-il un acide vrai et renferme-t-il le groupement fonctionnel $CO^2H$? C'est là la première des questions que je me suis posées et je crois qu'on peut la résoudre par l'affirmative : en effet, cet acide campholénique, très peu soluble dans l'eau, est cependant acide au tournesol; il décompose les carbonates; son amide se saponifie facilement; le nitrile correspondant, traité par l'acide chlorhydrique en présence d'alcool, donne un éther à odeur de pommes (odeur d'acétone grasse), bouillant vers 225°, et qui se saponifie en cinq minutes par la potasse alcoolique en régénérant un acide. Enfin la perte d'acide carbonique sous l'influence de la distillation seule indique encore la présence

---

([1]) Je me propose de voir si cette réaction ne serait pas susceptible de généralisation.

du groupement fonctionnel acide. L'acide campholénique possède de plus une fonction carbure éthylénique : traité, en effet, par l'acide iodhydrique, il donne, en solution dans l'éther de pétrole, naissance à un acide cristallisé fondant à 66°, se dissociant en présence de l'air humide, en régénérant par perte d'acide iodhydrique un acide qui n'est pas l'acide primitif; je reviendrai prochainement sur ce sujet.

» A quel moment s'est faite la rupture du noyau du camphre pour donner naissance à un acide vrai? Pour répondre, il faut étudier les produits intermédiaires entre la camphoroxime et l'acide.

» Le camphre étant saturé, l'action de l'acide iodhydrique à froid sur les produits intermédiaires pourra montrer s'il y a rupture ou non. La rupture ne peut se faire qu'en créant une fonction éthylénique, les extrémités de la chaîne rompue exigeant deux atomes d'hydrogène pour se saturer, ce qui occasionne la migration de deux atomes d'hydrogène et la formation nécessaire d'une liaison éthylénique, à moins d'admettre la fermeture subséquente de la chaîne primitivement ouverte. Or le nitrile campholénique en solution dans le benzène fixe avec dégagement de chaleur une molécule d'acide iodhydrique; le composé solide essoré à peu près blanc fond vers 84°.

» A ce moment la rupture est donc effectuée, et c'est au moment précis où ce nitrile se forme qu'elle a lieu. Cette rupture peut être du reste effectuée par la plupart des agents déshydratants.

» Le nitrile qui a fixé l'acide iodhydrique perd celui-ci sous l'influence de l'air humide plus lentement que l'acide campholénique cependant, ou par l'action de l'eau ou d'une lessive alcaline. Mais le nitrile régénéré n'est pas identique au nitrile primitif, quoiqu'il possède un point d'ébullition voisin et une odeur analogue; il peut en être distingué nettement par l'action de la potasse alcoolique. En effet, tandis que le nitrile primitif se transforme très rapidement en une amide fusible à 83°, le second nitrile exige un temps plus long pour son hydratation et l'amide obtenue, cristallisée dans l'éther de pétrole, fond à 92°.

» Ces deux amides sont du reste très voisines comme propriétés, peu solubles dans l'eau, cristallisant en aiguilles très solubles dans l'alcool concentré et peu à froid dans l'alcool à 40°. Elles sont de plus très solubles dans la ligroïne chaude et peu dans le même solvant froid.

» Il est vraisemblable que cette amide saponifiée donnera un acide isocampholénique identique à celui obtenu par l'action de l'acide iodhydrique à froid sur l'acide campholénique fusible à 50°.

» Nous voici donc en présence d'au moins trois acides campholéniques dont les amides fondent respectivement à 83°-92° et 127°.

» Dans la prochaine séance, j'aurai l'honneur de communiquer à l'Académie les résultats que j'ai obtenus dans l'étude du campholène et qui, me conduisant à la formule de constitution du camphre, expliquent la formation possible de quatre acides campholéniques dérivés du camphre. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la présence de l'éther méthylsalicylique dans quelques plantes indigènes.* Note de M. **Em. Bourquelot**, présentée par M. H. Moissan.

« L'éther méthylsalicylique ou salicylate de méthyle a été signalé pour la première fois, en 1843, par Cahours (¹) dans l'essence retirée d'une plante appartenant à la famille des Éricacées, le *Gaultheria procumbens* L. Il l'a été ensuite successivement dans l'essence obtenue par distillation, en présence de l'eau, de l'écorce de *Betula lenta* Willd. (²); dans l'essence de *Gaultheria Leschenaultii* D. C. (³); dans celles des *Gaultheria punctata* Blume et *leucocarpa* Blume (⁴) et enfin dans les racines des *Polygala Senega* L. (⁵) et *alba?* (⁶).

» Toutes les plantes qui fournissent ces essences ou ces racines sont exotiques. Celles dans lesquelles j'ai rencontré le même principe sont indigènes : elles appartiennent aux genres *Polygala* et *Monotropa*.

» L'espèce qui, la première, a attiré mon attention est le *Polygala vulgaris* L., plante commune dans nos prairies. Sa racine fraîche, écrasée entre les doigts, répand nettement l'odeur d'éther méthylsalicylique. Il est d'ailleurs facile de mettre en évidence l'acide salicylique, l'un des composants de cet éther.

» Pour cela, on écrase dans un mortier de porcelaine $5^{gr}$ à $6^{gr}$ de racines fraîches que l'on recouvre de $40^{cc}$ d'eau à 60°. Au bout d'un quart d'heure, on

---

(¹) *Journ. de Pharm. et de Chim.*, mai 1843.

(²) Procter, *The American journal of Pharmacy*, t. XV, p. 241, janvier 1844.

(³) Broughton, d'après *Jahr. der Chemie*, p. 588; 1876.

(⁴) H. Köhler, *Ber. d. d. chem. Gesell.*, t. XII, p. 246; 1879.

(⁵) Langbeck, d'après *Jahr. für Pharm., Pharmakogn. und Toxikologie*; 1881-1882.

(⁶) L. Reuter, *Arch. der Pharmacie*, 3ᵉ série, t. XXVII, p. 927; 1889.

filtre, on acidule le liquide filtré avec trois gouttes d'acide chlorhydrique et l'on agite avec $50^{cc}$ d'éther sulfurique. Après quelques instants de repos, on sépare la solution éthérée qu'on verse dans une petite capsule et qu'on laisse évaporer. On reprend le résidu avec $20^{cc}$ d'eau à 60° et l'on ajoute au liquide une goutte de solution étendue de perchlorure de fer; il se produit une coloration violette plus ou moins vive, caractéristique de l'acide salicylique.

» L'aldéhyde salicylique et l'éther méthylsalicylique lui-même, en solution dans l'eau, donnent aussi une coloration violacée; mais celle-ci disparaît, comme je l'ai constaté, lorsqu'on agite le liquide soit avec de l'éther sulfurique, soit avec de l'éther de pétrole, ce qui n'a pas lieu quand la coloration est due à l'acide salicylique.

» Les racines des *P. depressa* Wenderoth et *calcarea* F. Schultz, plantes communes dans certaines localités, renferment également de l'éther méthylsalicylique.

» Dans le *Monotropa hypopitys* L., petite plante parasite des racines de Pins, d'où son nom vulgaire *sucepin*, c'est la tige qui renferme le salicylate de méthyle. Cette tige, haute de $0^{m},20$ environ, est, comme on sait, plus ou moins renflée inférieurement; il suffit de la briser à la hauteur du renflement et d'attendre quelques instants pour en sentir nettement l'odeur. Si l'on brise de même l'extrémité supérieure, qui porte les fleurs, l'odeur d'éther méthylsalicylique est moins facilement perceptible, parce qu'elle est en partie masquée par une sorte d'odeur herbacée.

» On arrive également sans grandes difficultés à mettre en liberté l'acide salicylique, mais à la condition d'opérer ainsi qu'il suit.

» On brise les tiges à la main ou on les écrase dans un mortier de porcelaine. On traite par l'alcool à 90°; on sépare la solution alcoolique, on filtre et l'on distille. L'éther méthylsalicylique qui bout vers 220° reste, au moins en partie, dans le résidu. On agite celui-ci avec de l'éther de pétrole, on sépare la solution éthérée et on l'additionne d'un peu de lessive de soude étendue. On laisse en contact pendant quarante-huit heures en ayant soin d'agiter fréquemment. Dans ces conditions, il y a saponification du salicylate de méthyle et formation de salicylate de soude qui passe en solution dans l'eau. On soutire le liquide aqueux, on l'acidule avec de l'acide sulfurique et l'on agite avec de l'éther sulfurique qui dissout l'acide salicylique mis en liberté. En laissant évaporer, on obtient des cristaux presque blancs, qui présentent les propriétés de ce dernier.

» J'ai dit plus haut que l'odeur caractéristique d'éther méthylsalicylique

n'est perceptible que quelques instants après que la tige de *Monotropa* a été brisée ou écrasée. Cette particularité laisse supposer que ce principe s'y trouve renfermé à l'état de combinaison et qu'il est mis en liberté, à la façon de divers principes analogues, sous l'influence d'un ferment soluble. Dans ses recherches sur l'écorce de *Betula lenta*, Procter a observé un fait semblable. Il a même pu séparer, à l'état amorphe, un composé, qu'il a nommé *gaulthérine*, qui donne par hydratation de l'éther méthylsalicylique. Il est possible qu'un tel composé existe dans le *Monotropa*. Toutefois les essais que j'ai faits pour l'isoler n'ont pas réussi jusqu'ici. J'ai seulement constaté que des fragments de tige de cette plante et de racine des *Polygala* que j'ai étudiés possèdent la propriété de dédoubler l'amygdaline, lorsqu'on les ajoute à une solution aqueuse de ce glucoside, ce qui indique que ces organes renferment un ferment analogue à l'émulsine. »

ZOOLOGIE. — *Sur la formation de colonies nouvelles chez le Termite lucifuge* (Termes lucifugus). Note de M. **J. Pérez**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Bien que la biologie des Termites européens et exotiques ait occupé de nombreux zoologistes, dont quelques-uns comptent parmi les plus distingués, l'origine de leur société reste encore enveloppée d'une complète obscurité. Ni de Quatrefages, ni Lespès n'ont observé les essaims de sexués qui, à certains moments, s'échappent des galeries et auxquels on a attribué la mission de fonder des colonies nouvelles. Fritz Müller va même jusqu'à leur dénier formellement ce rôle. Ses paroles sont à citer :

» Pour les *Calotermes*, dit-il, je veux bien ne pas refuser d'admettre cette possibilité de vivre par eux-mêmes et de former une nouvelle colonie. Mais, pour toutes les espèces de *Termes*, *Eutermes*, *Anoplotermes*, dont je connais assez la manière de vivre, la fondation d'une nouvelle cité par un couple ailé aurait autant de chance d'aboutir que celle d'une population issue d'une paire d'enfants nouveau-nés déposés dans une île déserte. » (*Jenaische Zeitschrift*, 1873.)

» Malgré la négation si absolue de l'éminent naturaliste, il est, ce semble, évident qu'une espèce sociale dénuée de la faculté de dissémination à distance serait vouée à une disparition fatale et prochaine. La dissémination doit exister chez les Termites, et elle existe.

» Quand une termitière a fourni un essaim de mâles et femelles ailés, on trouve toujours, à proximité de la colonie, soit même vers l'orifice d'émis-

sion, quelques sujets errants ayant perdu leurs ailes. Ils vont ordinairement par paires, l'un suivant l'autre de très près. Celui qui précède est invariablement une femelle, celui qui suit est un mâle. Ces couples recueillis ne tardent pas à périr si on ne les place dans les conditions naturelles, ce qui paraît n'avoir jamais été fait.

» Voici comment j'ai procédé. Dans un large bocal est mise une certaine quantité de terre, sur laquelle est posé un bloc de vieux bois altéré, chêne, pin, ormeau, peu importe. D'autre terre est ensuite ajoutée, de manière à entourer jusqu'à la hauteur de plusieurs centimètres la partie inférieure du bois. Un ou plusieurs couples de Termites, posés alors sur le bois, ne tardent pas à se glisser entre celui-ci et la terre et à se loger dans quelque dépression, soit en dessous, soit sur les côtés de la partie enfouie du bois. Il suffit de restituer de temps à autre à la terre, par quelques gouttes d'eau, l'humidité que l'évaporation lui enlève, pour tout maintenir en état convenable. Le bocal doit rester ouvert pour éviter la moisissure. Il n'y a d'ailleurs jamais la moindre tentative d'évasion.

» Dans ces conditions, les Termites vivent très bien. Au bout de deux ou trois semaines, on peut constater qu'ils ont fait élection de domicile entre terre et bois, et absorbé de la nourriture. Leur abdomen, jadis plat, est légèrement convexe. Ils sont très vifs et extrêmement agiles. L'espace étroit qui les loge, clos de toute part, contient un peu d'une fine poussière ligneuse, provenant du bois superficiellement entamé. Plus tard, ils l'ont plus directement attaqué en quelque point et ont commencé d'y creuser un rudiment de galerie.

» Des couples recueillis le 29 avril de cette année sont trouvés vivants et en parfaite santé, le 4 juillet. Ils ont manifestement grossi, et, sur l'abdomen gonflé et distendu, la membrane intersegmentaire sépare par de fins liserés blancs les disques noirs des segments. L'abdomen plus volumineux dans certains sujets désigne clairement les femelles.

» Le 30 août, les Termites sont encore bien vivants, mais assez difficiles à retrouver, leur pénétration dans le bois étant plus profonde, logés qu'ils sont dans une chambre globuleuse, où donne accès un étroit orifice en rapport avec la terre environnante. L'abdomen est plus largement annelé de blanc, les disques noirs sont séparés les uns des autres sur tout leur pourtour.

» Le 15 octobre, je trouve dans un de mes bocaux six Termites sexués réunis dans une même cavité, qu'un léger éclatement du bois met à découvert. Avec eux se trouvent deux jeunes ouvriers, éclos depuis très peu

de temps, car ils sont fort petits, l'un surtout, dont le corps, translucide, ne laisse voir aucune matière ingérée dans les voies digestives. En un des points de la paroi est collé un gros œuf. Quant aux adultes, ils sont toujours en parfait état, mais ils sont moins agiles que jadis et fuient avec obstination la lumière. Les femelles, cependant, ne paraissent guère plus volumineuses qu'au mois d'août, et leur abdomen est encore loin des proportions monstrueuses qu'on observe chez les reines normales des vieilles termitières. Cette différence s'explique aisément par le développement encore médiocre des ovaires, capables seulement, au début de leur entrée en fonctions, de fournir une ponte très restreinte.

» Quoi qu'il en soit, il est déjà démontré par cette expérience que les Termites ailés provenant des essaims sont parfaitement capables de vivre sans le secours d'ouvriers de leur espèce, et que leurs couples se développent en roi et reine fondateurs d'une nouvelle colonie. On s'explique de la sorte que les individus ailés se trouvent toujours à l'état d'immaturité sexuelle et n'aient jamais été vus accouplés : ils ne deviennent aptes à s'unir qu'au bout d'un temps assez long, dont mes observations permettent de fixer la durée à cinq ou six mois. »

ZOOLOGIE. — *Défense de l'organisme contre les parasites chez les Insectes.* Note de M. L. Cuénot, présentée par M. Blanchard.

« Les mémorables travaux de Metchnikoff ont montré que, chez certains animaux, il y a une lutte active entre les parasites habituels et les globules du sang, lutte qui se termine par la victoire d'un des combattants ou au moins par le ralentissement de l'invasion. Il semble que cette défense naturelle soit particulièrement faible chez les Arthropodes; les Crustacés décapodes, entre autres, sont complètement désarmés; les parasites, quels qu'ils soient, s'installent tranquillement dans leurs tissus, sans provoquer la moindre réaction phagocytaire (¹). J'ai voulu voir s'il en était de même chez les Insectes, notamment chez les Orthoptères.

» 1° Chez tous les individus de *Gryllus domesticus* L. provenant de Vendresse (Ardennes), j'ai trouvé en abondance extraordinaire une Grégarine cœlomique, non encore signalée, rappelant beaucoup le *Diplo-*

---

(¹) L. Cuénot, *Études physiologiques sur les Crustacés décapodes* (*Archives de Biologie*, t. XIII, 1893, p. 245).

*cystis Schneideri* décrit par Kunstler dans le cœlome de *Periplaneta americana* L (1). Chez un même individu, on rencontre tous les stades d'évolution : 1° Grégarines oviformes, sphériques, surtout aux environs de l'intestin, parfois libres dans le sang; 2° Grégarines conjuguées, remplies de paraglycogène; 3° kystes sphériques atteignant jusqu'à $1^{mm},5$ de diamètre, bourrés de spores et de grains discoïdes de paraglycogène (ou zooamylum de Maupas).

» Il n'y a pas la moindre trace de phagocytose autour des Grégarines oviformes ou conjuguées; la cuticule qui les limite paraît même exercer une action répulsive sur les amibocytes, car on n'en voit jamais ramper à leur surface. Mais le tableau change tout à fait quand on s'adresse aux kystes; tous, sans exception, sont recouverts d'un manteau de phagocytes, appliqués étroitement les uns sur les autres, et plus ou moins nombreux suivant l'âge du kyste. Celui-ci ne tarde pas à entrer en régression, sans doute parce que les phagocytes sécrètent des sucs nocifs qui activent sa dégénérescence; le contenu devient trouble, le kyste se recroqueville et finalement se résout en une masse amorphe dans laquelle on ne reconnaît plus ni spores, ni grains de zooamylum. On trouve ainsi dans le cœlome des Grillons une quantité considérable de ces masses résiduelles entourées d'un épais manchon de phagocytes, et il est probable qu'elles finissent par être complètement digérées.

» 2° J'ai rencontré une seule fois, dans le cœlome de *Gryllus domesticus*, un petit Nématode que je n'ai pu déterminer. Il était enfermé dans un kyste ovoïde, à paroi très irrégulière, qui était lui-même enveloppé d'un très épais manteau de phagocytes. Le parasite était évidemment réduit à l'impuissance et ne pouvait tarder à mourir.

» 3° Dans le cœlome de *Forficula auricularia* L., j'ai trouvé une larve de Diptère longue de $1^{mm}$ environ, probablement le *Thryptocera setipennis* Fall., déjà signalé par Boheman chez la Forficule. Cette fois le parasite était absolument intact et il n'y avait pas le moindre indice de phagocytose.

» Metchnikoff (2) a déjà constaté une pareille indifférence des phagocytes chez un Coléoptère, le *Cleonus punctiventris*, attaqué par un Champignon du groupe des Ascomycètes, l'*Isaria destructor*. Je puis en dire autant pour la Chenille du *Pieris branicæ* L. attaquée si fréquemment par

---

(1) KUNSTLER, *Diplocystis Schneideri* (*Tabl. Zool.*, t. II, 1887).

(2) METCHNIKOFF, *Leçons sur la pathologie comparée de l'inflammation*. Paris, Masson; 1892.

l'Ichneumonide *Microgaster glomerator* L., pour la Chenille du *Bombyx rubi* L. attaquée par *Microgaster perspicuus* Wesm., pour la larve du *Chironomus plumosus* L. attaquée par *Gordius aquaticus* Duj., etc. Ce doit être le cas général pour les Insectes attaqués par les Hyménoptères, les Diptères et les Champignons.

» En somme, on voit que chez les Insectes, la phagocytose joue un rôle tout à fait minime dans la défense de l'organisme contre les parasites : les globules du sang restent parfaitement indifférents à l'égard d'ennemis dangereux, qui détermineront immanquablement la mort de leur hôte, lorsqu'ils auront achevé leur développement, comme, par exemple, pour les Orthoptères, les larves de Diptères (*Chryptocera* de la Forficule, nombreux *Sarcophaga* des Acridiens) et les Champignons entomophages (*Lachnidium, Entomophthora, Polyrhizium* des Acridiens, Leptophyes et Forficule). Par contre, s'il est un parasite inoffensif, c'est bien la Grégarine cœlomique dont j'ai parlé plus haut; il y en a au moins une vingtaine, à tous stades, dans chaque individu des *Gryllus* de Vendresse, et cependant les Grillons se multiplient activement dans la localité, atteignent leur taille normale et leur maturité sexuelle; or, c'est justement ce parasite peu dangereux qui va être attaqué par les phagocytes, et encore au moment où cela devient inutile, lorsque la Grégarine, au maximum de sa taille, va sporuler : c'est à peine si l'action phagocytaire peut avoir comme résultat de diminuer un peu les chances d'infection, en empêchant la maturation de quelques kystes et en digérant quelques spores.

» Les faits que je viens d'exposer dans cette Note font partie d'un travail que je poursuis depuis longtemps sur le parasitisme et la phagocytose; bien que j'en pressente les conclusions, il me paraît prudent de les réserver pour plus tard ([1]). »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Caractères extérieurs de la chytridiose de la Vigne.* Note de M. **A. Prunet**, présentée par M. Duchartre.

« Dans une précédente Communication, j'ai fait connaître l'organisation d'une Chytridinée, le *Cladochytrium viticolum* Prunet, qui est actuellement l'un des parasites les plus répandus de la Vigne, où il provoque le développement d'une maladie à laquelle j'ai donné le nom de *chytridiose*.

---

([1]) Travail du laboratoire de Zoologie de la Faculté des Sciences de Nancy.

» Si on laisse de côté les variations secondaires de peu d'importance, les caractères extérieurs de la chytridiose peuvent être résumés ainsi qu'il suit :

» *Sarments.* — Les entre-nœuds sont tous raccourcis ou certains seulement, ces derniers occupant une position variable.

» Leur surface peut présenter deux sortes d'accidents, des *ponctuations* et des *taches*.

» Les ponctuations sont de petites éminences coniques ou irrégulièrement hémisphériques, plus rarement linéaires, ayant en moyenne $0^{mm},5$ à $1^{mm}$ de largeur et de saillie, fréquemment disposées en files longitudinales, quelquefois rapprochées en plaques, à sommet brun, noir ou rougeâtre, parfois un peu déprimé, lisse ou comme excorié et creusé d'une petite cavité; elles sont surtout nombreuses à la base des sarments.

» Les taches sont brunes, noires ou rougeâtres, souvent un peu saillantes, d'autres fois, au contraire, légèrement déprimées; leur forme est irrégulière et variable; leur longueur est comprise entre quelques millimètres et plusieurs décimètres, leur largeur entre moins de $1^{mm}$ et le pourtour entier du sarment; elles peuvent se fendiller superficiellement en divers sens et prendre alors l'apparence de croûtes. Leur répartition est variable; lorsqu'elles sont nombreuses et très étendues dans les régions en voie de croissance, les mérithalles peuvent être raccourcis, épaissis anormalement, plus ou moins arqués ou tordus; il en est qui embrassent la partie supérieure tout entière des sarments et peuvent en amener la défeuillaison et la dessiccation. A la fin, les taches se creusent souvent de vraies fentes suivies d'excoriations qui déterminent la destruction de l'écorce sous-jacente. Certaines même, ordinairement noires et plus fréquentes à la partie inférieure des sarments, présentent des fentes ou des cavités irrégulières à bords noirs, qui sont assez profondes pour atteindre la moelle.

» *Feuilles.* — Le limbe peut présenter des accidents variés.

» A. Il rougit ou jaunit d'une façon plus ou moins uniforme, puis, en général, se dessèche partiellement ou en totalité, la dessiccation débutant à la périphérie ou entre les nervures principales.

» B. La couleur verte générale du limbe persiste, mais devient plus pâle sur son pourtour ou entre les nervures; il peut y avoir alors dessiccation immédiate des parties pâlies, ou seulement après formation, dans ces mêmes parties, de taches jaunes, rouges ou brunes de nuances diverses, de forme irrégulière, envahissant parfois toute la feuille.

» C. Le limbe demeuré vert porte des taches distinctes de petite dimension, brunes, noires, rougeâtres, arrondies ou irrégulières, formant

des plages ou uniformément réparties, devenant parfois très nombreuses sans se fusionner, se desséchant d'ordinaire plus ou moins.

» Ces divers accidents peuvent former des combinaisons complexes.

» Les taches du limbe n'envahissent pas d'ordinaire simultanément les deux faces du limbe; elles débutent le plus souvent à la face supérieure et gagnent la face inférieure, mais peuvent aussi suivre une marche inverse.

» Des ponctuations, des taches et des croûtes accompagnées ou non de fentes, peuvent apparaître sur le pétiole et les nervures principales comme sur les sarments et amener les mêmes arrêts de développement et les mêmes déformations.

» Quels que soient les accidents qu'elles présentent, les feuilles conservent des dimensions normales ou deviennent plus petites; leur limbe peut être asymétrique; il peut se crisper, se gondoler en divers sens, se creuser en cupule ou en gouttière; ses découpures peuvent s'accentuer ou se réduire. Elles peuvent enfin tomber prématurément. Dans ce cas et lorsque la défeuillaison s'effectue du sommet du sarment vers sa base, on voit quelquefois les mérithalles supérieurs se désarticuler et tomber.

» *Grappes*. — On observe sur les grappes les mêmes ponctuations et les mêmes taches que sur les sarments, les pétioles et les nervures des feuilles, elles y produisent les mêmes effets; assez fréquemment des grappillons ou des grappes entières noircissent, se dessèchent et tombent.

» Les fleurs peuvent avorter et tomber ainsi que les jeunes grains, après avoir noirci ou non. Les grains peuvent éprouver un arrêt de développement plus ou moins précoce et rester verts; ils peuvent porter des ponctuations, des taches ordinairement brunes et un peu saillantes, lisses ou crustacées, ou présenter des zones brunes internes auxquelles correspondent souvent des rides ou des dépressions; au moment de la véraison, ils prennent quelquefois une teinte brune ou rougeâtre et se confisent ensuite graduellement ou se dessèchent au contraire, rapidement ou à la longue.

» La chytridiose est assez souvent peu nuisible à la végétation et à la fructification de la Vigne; elle prend un caractère plus grave, lorsqu'elle détermine la coulure, le millerange ou la dessiccation des grappes et surtout lorsqu'elle mortifie les sarments ou les dépouille de leurs feuilles; mais elle devient particulièrement redoutable lorsqu'elle se généralise, en quelque sorte, à la plante tout entière : dans certains cas, on voit, au printemps, les bras des souches malades pousser inégalement, les uns peu ou point, les autres d'une façon normale; des rejets partent du vieux bois, soit du greffon, soit du porte-greffe; les sarments, souvent très inégaux,

étant, en général, plus ramifiés que d'ordinaire; dans d'autres cas, les souches se rabougrissent, portent des sarments courts et grêles, très ramifiés, à nœuds rapprochés et prennent un aspect qui rappelle celui des Vignes phylloxérées ou pourridiées. Ces accidents généraux peuvent se superposer dans une mesure variable aux accidents locaux précédemment décrits. Quoi qu'il en soit, ces phénomènes s'accusant de plus en plus, les souches meurent au bout de peu d'années.

» Les caractères extérieurs de la chytridiose sont, on le voit, extrêmement variés; l'un d'eux, à cause de sa constance presque absolue, a une grande importance pratique; je veux parler des ponctuations, qu'on devra rechercher de préférence à la base des sarments *encore verts* et sur les pédicelles fructifères. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur une maladie myco-bactérienne du* Tricholoma terreum. Note de M. **Paul Vuillemin**, présentée par M. Duchartre.

« J'ai rencontré dernièrement, dans les bois de Pins des environs de Nancy, un grand nombre de *Tricholoma terreum* déformés. Tantôt le chapeau était conique ou irrégulier, tantôt le stipe était seul développé en forme de cône, de massue ou de nodule mamelonné. Quelques spécimens étaient considérablement hypertrophiés. Les faits de ce genre ne paraissent pas être rares. Chez le même *Tricholoma terreum*, Smith a trouvé des exemplaires dépourvus de chapeau.

» A côté de la question morphologique, incontestablement digne d'éveiller la curiosité, se pose une question étiologique, plus importante au point de vue pratique. Le *Tricholoma terreum* est un Champignon comestible, je dirai même une espèce recherchée par un grand nombre de consommateurs. Or, il n'est pas indifférent, au point de vue économique et même au point de vue de l'hygiène, de savoir d'où vient l'altération d'un végétal qui entre pour une part notable dans l'alimentation du peuple.

» Les fruits déformés se décomposent de bonne heure : le cœur est ramolli et putrescent quand la surface offre encore une apparence saine. Les spécimens cueillis depuis vingt-quatre heures et maintenus à l'humidité sont invariablement couverts d'une moisissure qui s'observe aussi, dans la nature, à la surface des fruits un peu vieux. La moisissure prend bientôt une couleur rose : c'est le *Mycogone rosea*, avec ses spores durables et ses spores légères, tantôt unicellulaires et répondant aux caractères des *Verticillium*, tantôt munies d'une ou deux cloisons transversales.

» MM. Costantin et Dufour (*Comptes rendus*, 29 février 1892) ont attribué à un congénère de cette moisissure, le *Mycogone perniciosa*, une maladie du Champignon de couche, appelée la *Molle*, dont les symptômes sont analogues à ceux de la maladie du *Tricholoma*.

» Pour vérifier le rôle étiologique du *Mycogone rosea*, il fallait le trouver à l'œuvre dès le début de la maladie. Mais les spores caractéristiques n'apparaissent que quand le *Tricholoma* commence à se décomposer. Il est assez facile de déceler le *Micogone* avant l'apparition des spores, grâce aux caractères bien définis du mycélium. Ses filaments se distinguent des éléments larges et clairs du *Tricholoma*, par leur direction, leur dimension, leur structure. Ils s'insinuent à travers les tissus et sont, tantôt perpendiculaires aux filaments du grand Champignon, tantôt obliques sous les angles les plus divers. Le calibre des filaments interstitiels est très fin, inférieur à $5^{\mu}$, oscillant le plus souvent entre $2^{\mu}$, $3^{\mu}$ et $5^{\mu}$. Le contenu est opaque, vacuolaire, rappelant une émulsion laiteuse. Les noyaux, pourvus d'un contour net et d'un riche réseau chromatique, sont sphériques ou elliptiques, longs de $1^{\mu}$ au maximum; ils occupent une aire claire, ayant en moyenne $2^{\mu},25$ de diamètre. Chaque segment de tube compris entre deux cloisons contient parfois un seul noyau, le plus souvent 2 ou 3, ou même un nombre assez élevé. Ce mycélium existe dans tous les Champignons déformés, sans exception, au centre du fruit, non seulement dans la paroi des cavités closes, des fruits déjà fistuleux, mais dans la masse pleine des fruits tuberculeux à l'état jeune. Ces filaments se nourrissent nécessairement en parasites, aux dépens des tissus qui les enveloppent, mais ils ne contractent avec eux que des rapports de contiguïté; il n'existe ni soudure, ni pénétration de tubes ou de suçoirs dans les éléments hospitaliers.

» Les spores de *Mycogone* apparaissent constamment à la surface des cavernes des fruits qui contiennent ces filaments et sur les prolongements du mycélium parasitaire. J'ai même pu en trouver les ébauches au centre d'un jeune tubercule encore plein.

» Nous pouvons donc conclure avec certitude que la maladie du *Tricholoma terreum* éclate sous l'action du *Mycogone rosea*, de même que la maladie du Champignon de couche résulte de la pénétration du *Mycogone perniciosa*. Sur ce premier point essentiel, nos recherches nous amènent aux mêmes conclusions que celles de MM. Costantin et Dufour.

» Passons à la pathogénie et voyons si l'action du *Mycogone* nous rendra compte des trois symptômes de la maladie : déformation, stérilisation, ra-

mollissement? Les filaments étrangers entrent en étroite union avec les filaments du fruit naissant. A leur contact, les tubes du *Tricholoma,* loin de subir aucune dégénérescence, sont un peu dilatés et hypertrophiés. L'altération, appréciable à l'œil nu ou au doigt, ne peut différer essentiellement de la lésion locale constatée au microscope : elle n'en est que l'amplification. On ne saurait donc imputer au Champignon parasite le symptôme qui a frappé les fongiculteurs; je veux dire le ramollissement des tissus. La moisissure agit sur le *Tricholoma* comme le Champignon d'un Lichen agit sur l'Algue. Sa sphère d'action propre se borne à un effet déformant et stérilisant.

» Le ramollissement est l'œuvre de Bactéries introduites au cœur du Champignon par les filaments du *Mycogone*. Je n'ai cherché vainement les Bactéries que dans des fruits tuberculeux mesurant $3^{mm}$ sur $5^{mm}$ et contenant des tubes de *Mycogone* enchevêtrés aux tissus profonds du *Tricholoma*. Dans les tubercules un peu plus volumineux, on rencontre, exclusivement au centre du fruit et au contact des filaments parasitaires, des zooglées de Bacilles immobiles, larges de $0^{\mu},5$, longs de $2^{\mu},5$ à $3^{\mu},25$, atteignant $6^{\mu}$ quand une cloison les divise en deux. Parfois les Bacilles contiennent un endocyste. Tant que les Bactéries sont absentes ou étroitement serrées contre les filaments parasitaires, le fruit déformé offre un tissu compact et très ferme. Quand le fruit cède à la pression du doigt, les Bactéries se sont répandues dans tous les tissus altérés et en direction centrifuge. Le cœur du fruit est en pleine putréfaction, alors que la surface est saine et les tissus périphériques dépourvus de microbes.

» En résumé, la maladie du *Tricholoma terreum,* analogue à la Molle du Champignon de couche, éclate sur les sujets qui poussent spontanément dans les bois. Elle est l'effet d'une association parasitaire entre le *Mycogone rosea* et des *Bacillus* auxquels la moisissure a frayé le chemin. Le *Mycogone* déforme son support et le rend plus ou moins stérile. Il utilise pour sa propre dissémination l'appareil aérien destiné à faciliter la dispersion des spores du *Tricholoma*. Les Bactéries ramollissent les tissus et hâtent la décomposition du fruit.

» De cette étude se dégagent les notions suivantes : Plusieurs *Mycogone,* et notamment une espèce largement répandue dans la nature, vivent en parasites sur les Agarics et produisent des maladies analogues. Les fongiculteurs, prévenus de l'existence de la Molle sur les Champignons spontanés, n'attribueront pas à un simple vice d'installation un fléau qui relève de la présence d'agents infectieux. On tiendra pour suspects les

*Tricholoma* à chapeau nul ou déformé, car les Bactéries logées au cœur des Champignons sains à la surface, peuvent sécréter des produits putrides, dangereux à consommer.

» Il sera utile de compléter l'étude de la Molle du Champignon de couche par la recherche des Bactéries. Les effets sont trop identiques à ceux que nous observons chez le *Tricholoma*, pour qu'ils ne relèvent pas d'une cause de même ordre, c'est-à-dire d'une association parasitaire. »

GÉOLOGIE. — *Défense du Saharien comme nom du dernier étage géologique.* Note de M. **Mayer-Eymar**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Le nom de *Saharien*, choisi en remplacement de celui de *Diluvien*, dans le but principal de le faire concorder avec ceux des autres étages, se trouve imprimé pour la première fois dans mon *Tableau des terrains tertiaires*, 3e édition, distribué en 1865. Imbu des idées d'Escher de la Linth sur les causes du phénomène glaciaire, je réunissais alors, sous ce nom de *Saharien*, tous les dépôts postérieurs à l'Astien, et ce n'est qu'après avoir reconnu la loi des étages ([1]) que j'ai restreint son application aux formations de la dernière époque glaciaire de l'hémisphère boréal.

» Pour qu'un nom d'étage soit valable, il doit indiquer que des dépôts marins de l'âge en question se trouvent dans la contrée à laquelle il est emprunté. Or, cette qualité est niée au terme de Saharien par divers géologues et, en première ligne, par M. Pomel. Tout en reconnaissant que l'hypothèse d'une vaste mer transsaharienne, durant la dernière époque géologique, est contredite par les faits, je crois pouvoir aujourd'hui, en m'appuyant, d'un côté, sur des découvertes faites en Égypte et, de l'autre, sur les données concernant la région des Chotts algériens, démontrer que le nom de Saharien a, de fait, la qualité qu'il implique.

» Je rappellerai, en manière d'introduction, qu'en conformité avec la loi des étages, la seconde époque sicilienne a été une époque de mer basse et relativement chaude, dans le bassin clos de la Méditerranée d'alors, puisque la Sicile n'était pas ou était à peine séparée de l'Afrique, et qu'elle nourrissait de nombreux *Elephas antiquus* et des Hippopotames. Or, le nou-

([1]) *Classification des terrains tertiaires conforme à l'équivalence des périhélies et des étages*. Zurich, 1884.

veau changement de climat tout à coup survenu, l'océan Atlantique septentrional refluant vers le sud, fit irruption dans la Méditerranée; le détroit de Gibraltar s'ouvrit à cette époque, et inonda ses côtes méridionales jusqu'à 200$^m$ d'altitude, peut-être pour baisser bientôt de moitié, par suite de l'égalisation de sa surface et des immenses effondrements déterminés par son nouveau poids.

» Ceci avancé, par analogie avec les invasions dûment constatées de la mer du Nord, aux débuts des âges londinien, parisien, bartonien, ligurien, tongrien et aquitanien, je vais éclaircir les faits sur lesquels je base ma défense.

» Je commence ma démonstration par l'exposé des données concernant le Saharien égyptien. Comme je l'ai montré dans ma première Notice sur la Géologie de l'Égypte (¹), les dépôts marins qui existent aux environs du Caire et jusqu'au sud-est du Fayoum, ne peuvent pas être plus anciens que l'époque dite *diluvienne*, et cela pour les deux raisons qu'ils sont superficiels et intacts, et que leur faune de Mollusques, riche de plus de cent espèces, a tout à fait le cachet de la faune méditerranéenne actuelle, par le grand nombre et l'abondance des espèces en commun, abstraction faite de quelques espèces néogènes et tropicales qui paraissent être venues s'éteindre ici. Or, ces dépôts, à 45$^m$ d'altitude au sud des grandes Pyramides, ont, par la présence en grand nombre du *Strombus mediterraneus*, le faciès du bas de la seconde zone bathymétrique, ou des Laminaires, ce qui donne tout au moins au niveau de la mer 72$^m$ de plus qu'actuellement. En second lieu, il y a sur les rochers à 1$^{km}$ au sud-ouest des Pyramides, à 70$^m$ d'altitude (²), comme il y a, au même niveau, au sommet déchiqueté du rocher isolé des carrières nord-ouest du Mokattam, des nids d'*Ostrea cucullata* intacts, entourés, au dernier endroit, d'un lit de cailloux roulés de silex noir. De ces données, il appert, qu'à l'époque en question, la mer avait, en ces parages, son niveau à 80$^m$ plus haut qu'actuellement, à Alexandrie. Or, comme les cols des petits plateaux qui séparent le Delta et la Méditerranée du ouadi Faregh et du ouadi Natroun n'ont, avec leur couverture mobile, qu'une centaine de mètres d'élévation, j'en ai conclu qu'à l'époque saharienne première, la Méditerranée couvrait non seulement la vallée du Nil, comme l'admet S.-W. Dawson, mais aussi

---

(¹) *Vierteljahrsschrift der Zürcher Naturforschenden Gesellschaft;* 1886.
(²) G. Schweinfurth, *Die Kreide der Pyramiden-Region* (*Pétermann Geogr. Mittheil.*). Berlin, 1889.

tous les bas-fonds du nord-est de l'Égypte et de la Tripolitaine, au moins jusqu'au golfe de la grande Syrte. Et, de fait, l'existence d'un poisson de la Méditerranée, le *Cyprinodon dispar*, dans les étangs salins de cette région, confirme absolument les conclusions tirées des données géologiques.

» Je passe maintenant à la fixation du Saharien du pied sud-est de l'Atlas. Suivant la coupe qu'en a donné Laurent, le sondage de Ouem-el-Thiour, au nord-ouest du chott Mel'rhir, a montré que le fond de ce bassin est occupé, sur $90^{m}$ d'épaisseur, par une formation d'eau douce (à *Planorbis Aucapitainei Bourg.*), sans traces de *Cardium edule*, et que les couches remplies de cette coquille marine ne commencent qu'à $7^{m}$ du sol. Comme ensuite Desor l'a fait connaître, les berges des petits ravins près du puits de Bou Chama, de l'autre côté dudit chott, lui ont fourni le *Cardium edule*, abondant, fragile et cependant souvent bien conservé, quelquefois même les valves réunies, en compagnie de valves assez communes du *Balanus miser* et d'un exemplaire très roulé et à moitié brisé du *Nassa gibbosula*, mais sans traces de coquilles d'eau douce; tout cela à quelques mètres du sol de l'Erg, dans des sables stratifiés, terminés par une corniche de gypse endurci. De ces données très certaines, il ressort à l'évidence : premièrement que le bassin en question, d'eau douce durant la seconde époque sicilienne, s'est subitement transformé en un bassin salin, et, en second lieu, que les *Cardium edule* n'ont pas été transportés par des oiseaux de la Méditerranée dans ce bassin, comme l'admettait Tournouër, car comment auraient-ils pu l'être en individus assez nombreux pour pulluler tout à coup. C'est donc décidément la mer qui, au début de l'âge saharien, a surmonté le seuil de Gabès, qui n'a pas $50^{m}$ de haut, pour remplir tout à coup la dépression des grands chotts. Cette mer intérieure, grande au moins comme la mer d'Azoff, mais peu profonde, à fond et bords sableux et impropre à l'existence des animaux marins s'est évaporée avant la fin de l'époque, n'ayant eu que des affluents insignifiants, et la preuve, c'est que les ruisseaux produits par la fonte des neiges de l'Atlas, au commencement de l'époque actuelle, ont, en maint endroit, raviné et remanié ses dépôts.

» Reste maintenant à savoir si un nom d'étage peut être basé sur la présence de dépôts marins fort limités comparativement à l'étendue de la contrée dont il se prévaut. Eh bien, bon nombre de noms d'étages, par exemple ceux de Franconien, Sinémurien, Aquitanien, Langhien, Dertonien, Sicilien, sont tout aussi hyperboliques que celui de Saharien. Je pense donc qu'on peut conserver le nom d'*étage saharien*. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur la presence et le mode de répartition du glycogène dans les tumeurs*. Note de M. A. **Brault**, présentée par M. Verneuil.

« Cette question est presque entièrement nouvelle. Bien rares sont les auteurs qui ont signalé ou soupçonné la présence du glycogène dans les néoplasmes. L'indication la plus explicite a été formulée par Schiele (1) dans sa dissertation inaugurale, à propos de quelques épithéliomes cutanés et d'un cancer du testicule observé par Langhans. Plus récemment, Cornil et Ranvier (2) mentionnent le glycogène dans les enchondromes à développement rapide; mais ces faits passèrent inaperçus et ne conduisirent à aucune conclusion générale.

» Avant d'avoir pris connaissance du travail de Schiele, l'idée qui nous avait conduit à rechercher le glycogène dans les tumeurs était la suivante : les néoplasmes sont, comme l'Histologie le prouve, assimilables, dans une certaine mesure, à des tissus en voie de développement : il est donc possible qu'ils contiennent une assez forte proportion de glycogène, ainsi que Cl. Bernard (3) et Rouget (4) l'ont établi pour les premières phases du développement des tissus chez le fœtus.

» Les résultats confirment cette supposition. Il importe peu que l'on examine un *epithelioma*, un *sarcome*, un *enchondrome* ou une *tumeur complexe* comprenant plusieurs tissus juxtaposés à développement parallèle. La présence du glycogène se constate facilement dans tous les cas à des degrés et en proportions différents.

» La technique indiquée par Erlich (5) pour la recherche du glycogène dans les reins diabétiques donne une réaction instantanée pourvu que la tumeur en contienne une certaine quantité. Le glycogène apparaît sous forme de gouttes à contours très nets que l'iode colore en brun foncé. Le nombre et la dimension des gouttes sont extrêmement variables d'une tumeur à l'autre et dans les différentes parties d'une même tumeur.

---

(1) Schiele, *Dissert. Bern.;* 1880.
(2) Cornil et Ranvier, *Hist. Path.;* 2e édition, 1881.
(3) Cl. Bernard, *Journal de l'Anat.;* 1859.
(4) Rouget, *Ibid.*
(5) Erlich, *Zeits. f. klin. Med.;* 1883.

» Le fait le plus saillant qui se dégage de ces recherches, est que *la proportion de glycogène trouvée dans une tumeur est exactement en rapport avec la rapidité de son développement*. L'abondance en est telle parfois que la coloration de la coupe après l'action de la gomme iodo-iodurée est uniformément brun-acajou. Les parties exemptes de glycogène prennent une teinte jaune, assez pâle.

» Les tumeurs qui présentent un accroissement très rapide correspondent aux sarcomes, aux cancers épithéliomaux appelés autrefois *tumeurs encéphaloïdes* à cause de leur consistance et de leur aspect; toutes très riches en cellules. Parmi celles où le glycogène s'est montré très abondant, il faut signaler :

» 2 sarcomes du testicule, 1 sarcome de la cuisse, 2 sarcomes de l'épaule et du cou, 2 sarcomes ossifiants du tibia, 1 sarcome périostique du radius, 3 chondromes ou fibromes ossifiants du maxillaire, 1 sarcome du rein, 3 myxo-chondromes de la parotide, 1 sarcome de la voûte palatine, 1 sarcome de la pie-mère, 1 lymphadénome et 1 sarcome d'origine placentaire ou déciduome.

» Parmi *les épithéliomas* : 4 cancers du testicule, 3 épithéliomas de la parotide, 3 cancers du rein, 5 cancers primitifs du foie, 1 épithélioma de la vésicule biliaire, 2 cancers du pancréas, 4 épithéliomas du col utérin, 3 cancers du corps de l'utérus, 2 cancers du sein, 1 épithélioma du pénis, 1 épithélioma du cuir chevelu, 1 de la langue, 1 de la joue, 1 du larynx, 1 des fosses nasales, 1 du rectum, 1 des glandes sébacées, 1 des ganglions.

» Soit au total 55 tumeurs riches en glycogène; la plupart s'étaient développées très vite et avaient acquis un volume considérable.

» Quand les sarcomes ou les épithéliomas, bien que volumineux, se développent plus lentement, les régions qui contiennent le glycogène en petite quantité sont toujours les parties les plus anciennes. Par contre, à la périphérie de la tumeur, dans la zone d'envahissement, ou dans les nodules secondaires erratiques, le glycogène apparaît avec toute sa netteté. On peut ainsi, mieux que par toute autre méthode, suivre la marche envahissante d'une tumeur, alors même que les cellules émigrées sont en petit nombre; la coloration si franche de l'iode indique les points de repère.

» La recherche du glycogène n'offre aucune difficulté dans les tumeurs récemment enlevées et soumises immédiatement à l'action de réactifs énergiques, tels que l'alcool absolu. Les conditions d'examen sont beaucoup moins favorables quand il s'agit de pièces d'autopsie, les fermentations cadavériques pouvant détruire le glycogène.

» Les *sarcomes* et les *tumeurs d'origine conjonctive* sont moins exposés

aux dégénérescences que les volumineux épithéliomas, étant creusés de vaisseaux et de lacunes qui assurent une répartition plus égale des matériaux nutritifs. On peut sans doute expliquer ainsi pourquoi ces tumeurs contiennent quelquefois *dans toute leur étendue* une si grande proportion de glycogène.

» Pour montrer l'importance considérable du phénomène de la glycogénèse dans les tumeurs, il suffira de rappeler que nous avons réuni en quelques mois 88 faits positifs : soit 19 *épithéliomas ectodermiques; 22 sarcomes; 35 épithéliomas glandulaires; deux* cas où les ganglions correspondants contenaient des noyaux cancéreux chargés de glycogène et *deux tumeurs complexes* constituées par plusieurs tissus; 8 *épithéliomas* à cellules cylindriques; tumeurs très différentes d'origine et par cela même très démonstratives pour le point qui nous occupe.

» Il nous eût été facile d'étendre cette liste de ces faits, mais nous avons pensé que, étant donnés leur nombre et surtout leur variété, nous étions autorisés à présenter quelques conclusions.

» La glycogénèse apparaît comme une des manifestations les plus éclatantes de l'activité et de la vitalité des néoplasmes. Elle acquiert toute sa valeur lorsque le développement des tumeurs se fait avec une grande énergie. Par suite, elle peut servir à mesurer la puissance de prolifération d'un épithélioma ou d'un sarcome et, en dehors de toute autre considération, permet de porter un pronostic des plus sévères, puisque toute néoformation envahissante est riche en glycogène.

» D'autre part, toute tumeur, qui prend en quelques mois des dimensions considérables, contient dans sa masse une quantité de glycogène de beaucoup supérieure à celle que l'on trouve dans le foie des animaux en pleine digestion, ou le foie des suppliciés.

» Il faut remonter aux premières périodes du développement fœtal pour rencontrer le glycogène en telle abondance.

» Par ce côté, les tumeurs se rapprochent, jusqu'à un certain point, des tissus de l'embryon : ce que nous établirons plus amplement dans une prochaine Communication. »

M. Pierre Chassin adresse la description des expériences qu'il a faites sur certains animaux pour observer les mouvements qu'ils exécutent pour retomber sur leurs pieds.

M. L. **Hugo** adresse une Note relative au système du monde.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart. J. B.

---

## BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

---

Ouvrages reçus dans la séance du 5 novembre 1894.

*Annales de Chimie et de Physique,* par MM. Berthelot, Pasteur, Friedel, Mascart. Novembre 1894. Tome III. Paris, G. Masson, 1894; 1 fasc. in-8°.

*Bulletin astronomique,* publié sous les auspices de l'Observatoire de Paris, par M. F. Tisserand, Membre de l'Institut, avec la collaboration de MM. G. Bigourdan, O. Callandreau et R. Radau. Tome XI. Novembre 1894. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1894; 1 fasc. in-8°.

*Bulletin de l'Académie de Médecine.* N° 44. Séance du 30 octobre 1894. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

*Connaissance des Temps ou des mouvements célestes pour le méridien de Paris,* à l'usage des astronomes et des navigateurs, pour l'an 1897, publié par le Bureau des Longitude. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1894; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

*Traité élémentaire d'Ophtalmologie,* par MM. H. Nimier et F. Despagnet. Paris, F. Alcan, 1894; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey. Renvoyé au concours de 1895.)

*Journal de Pharmacie et de Chimie,* N° 9. 1er Novembre 1894. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

*Tableaux mensuels de la statistique municipale de la ville de Paris.* Juillet 1894. Paris, G. Masson, 1894; 1 fasc. gr. in-8°.

*Annuaire de la Société météorologique* de France. Mai-juin. 1894; Paris. Gauthier-Villars et fils; 1 fasc. gr. in-8°.

*Résumé météorologique de l'année* 1893 *pour Genève et le Grand Saint-Bernard,* par A. Kammermann, astronome. (Extrait des *Archives de la Bibliothèque universelle.*) Genève, Aubert-Schuchardt, 1894; 1 vol. in-8°.

*Archives italiennes de Biologie*. Résumés des travaux scientifiques italiens sous la direction de A. Mosso, professeur de Physiologie à l'Université de Turin. Tome XXII. Fasc. I. Turin, H. Lœscher, 1894; 1 vol. in-8°.

*Abhandlungen der königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, aus dem Jahre* 1893. Berlin; 1 vol. in-4°.

*Report on the census of Calcutta taken on the* 26th *february* 1891, by H. F. I. T. Maguire, census officer. Calcutta, 1891.

---

## *ERRATA*.

(Séance du 27 août 1894.)

Note de M. *H. Deslandres* : Recherches sur les mouvements de l'atmosphère solaire :

Page 458, ligne 7, *au lieu de* les couches basses auraient donc, relativement aux couches élevées, *lisez* les couches élevées auraient donc, relativement aux couches basses.

(Séance du 29 octobre 1894.)

Note de M. *L. Daille*, Observations relatives à une Note de MM. *Prillieux* et *Delacroix*, sur la gommose bacillaire des vignes :

Page 751, ligne 2 en remontant, *au lieu de* saillies, *lisez* tailles.

# COMPTES RENDUS
## DES SÉANCES
## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 NOVEMBRE 1894,

PRÉSIDENCE DE M. LŒWY.

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Duchartre*, Membre de la Section de Botanique, et prononce les paroles suivantes :

« Vous avez sans doute appris déjà la bien affligeante nouvelle du décès de M. Duchartre. L'illustre doyen de notre Section de Botanique est mort à l'âge de 83 ans, après une courte maladie. Un très grand nombre de nos Confrères et de notabilités scientifiques ont conduit vendredi à sa dernière demeure ce noble et modeste vieillard, ce travailleur infatigable dont le nom restera un honneur pour la Science française. Selon le désir formel du défunt, aucun discours n'a été prononcé sur sa tombe; mais vous m'approuverez certainement si je consacre les premières paroles de cette séance à traduire la douloureuse émotion que nous cause cette perte inattendue, et à manifester notre vénération profonde pour le caractère pur et l'intelligence si vaste et si féconde de notre regretté Confrère. »

*Notice sur la vie et les travaux de M.* Duchartre; par M. **Bornet.**

« L'Académie des Sciences vient de perdre un de ses membres les plus estimés et les plus sympathiques. La modestie de M. Duchartre n'a pas permis d'exprimer au dehors la douleur que sa disparition soudaine a causée parmi nous; mais cette interdiction ne va pas jusqu'à nous empêcher de rendre ici un suprême hommage à notre regretté Confrère, à l'un des plus anciens membres de cette Académie, à l'un de nos derniers présidents, à un homme de bien, dont la vie entière a été consacrée à la famille, au devoir et au travail. Jusqu'au dernier jour, il a poursuivi sa tâche habituelle avec une surprenante énergie. Le contraste était grand entre sa nature physique assez frêle et la vigoureuse constitution de son intelligence.

» Depuis quelques semaines, M. Duchartre n'assistait plus à nos séances. Il s'est éteint subitement lundi dernier, 5 novembre, à l'âge de 83 ans. La surprise égala l'émotion lorsque la nouvelle de sa mort s'est répandue. On était si habitué à le voir scrupuleusement exact à toutes les réunions, les années passaient sur lui si légèrement, qu'il semblait devoir en être de même pendant longtemps encore. Au vide qu'il laisse se mesure la place qu'il occupait parmi nous.

» Duchartre (Pierre-Étienne-Simon) est né à Portiragnes, petit village de l'arrondissement de Béziers, le 27 octobre 1811; c'était le deuxième des neuf enfants de Pierre-Jacques Duchartre, avocat à Béziers, et de Marie-Marguerite Gay, fille de Louis Gay, homme de loi à Vias, gros bourg des environs d'Agde. Ses ascendants paternels et maternels étaient propriétaires ruraux. Il commença ses études à Béziers et les acheva à Toulouse, où la famille entière s'était transportée en 1823. Parmi ses condisciples se trouvaient M. A. d'Abbadie, notre Confrère, et M. Petit, ancien Directeur de l'observatoire de Toulouse, qui fut Correspondant de l'Institut. Rien jusqu'alors ne fait pressentir la voie dans laquelle le jeune étudiant va s'engager. Une circonstance fortuite détermine sa vocation.

» N'ayant pas 16 ans accomplis lorsque ses études classiques furent terminées, et ne pouvant, en conséquence, subir immédiatement l'examen du baccalauréat ès-lettres, il suivit, en attendant, les cours de Sciences, et, comme il assistait, en 1827, à une séance solennelle où l'on distribuait, au Capitole, dans la salle des Illustres, les prix accordés aux étudiants qui suivaient les cours de Botanique du Jardin des Plantes, il se dit que, lui aussi, pourrait essayer de devenir lauréat. En effet, il obtint d'abord le

second, puis le premier prix et gagna du même coup, et pour toujours, le goût de la Botanique. Ce fut inutilement que son père, étant avocat et désirant avoir un fils avocat, lui fit suivre pendant un an les cours de la Faculté de Droit. Ce genre d'études lui était antipathique, et il y renonça d'autant plus volontiers qu'il constatait chaque jour l'insuffisance des profits que la profession d'avocat procurait à son père.

» Décidé dès lors à se livrer exclusivement à l'étude des plantes, il dut trouver les moyens de vivre, d'obtenir ses grades universitaires et d'aider sa famille, bien réduite à présent, car il ne restait plus que deux enfants. Il chercha et réussit à donner des leçons dans plusieurs établissements d'instruction, d'abord à Toulouse, puis, à partir de 1837, dans un village du Haut-Agenais nommé Monsempron, à 2 kilomètres de Fumel. Pendant son séjour à Toulouse, il fit de nombreuses herborisations dans la région environnante, à Béziers et dans les Pyrénées. Ces herborisations donnèrent lieu à deux publications : un exsiccata de plantes des Pyrénées, publié, à partir de 1836, sous le titre de *Flore pyrénéenne* et un *Mémoire sur la Géographie botanique des environs de Béziers,* qui fut présenté à l'Académie des Sciences de Paris, le 12 janvier 1844. A Monsempron, la situation matérielle s'était améliorée, mais les moyens de travail s'étaient amoindris. Plus de livres ni de collections; pas de conseils, pas d'exemples. Seul avec de médiocres instruments, n'ayant pour sujets d'étude que ceux qui se trouvaient à sa portée dans la nature, M. Duchartre crut devoir se livrer, comme il l'a écrit lui-même, aux seules recherches qu'il soit possible de faire avec espoir de succès dans un isolement aussi complet du monde scientifique. Il entreprit une série d'observations sur l'organisation intime des plantes, plus particulièrement sur le développement des organes floraux ou sur l'organogénie florale, branche de la Science à peine créée à cette époque et dont il fut, sinon le premier, du moins l'un des premiers promoteurs. Dès le début, il comprit la nécessité de remonter à l'origine des parties florales, d'en suivre pas à pas le développement pour se rendre un compte exact de la structure définitive de la fleur. Pendant les six années qu'il passa à Monsempron, il prépara sa licence, recueillit les matériaux de deux Mémoires publiés dans les *Annales des Sciences naturelles,* d'une Thèse de Botanique pour le doctorat, enfin d'un grand travail sur la Clandestine d'Europe, qui eut l'honneur d'être imprimé dans le *Recueil des Savants étrangers,* sur un rapport favorable d'Ad. Brongniart.

» Le 26 septembre 1843, M. Duchartre arrivait à Paris, où son frère l'avait précédé, dans l'espoir de s'y faire une position, au moins momentanée; car toute son ambition allait à retourner en province en qualité de

professeur dans une Faculté des Sciences. Très léger d'argent, ne connaissant personne, il s'adressa à Decaisne et à Brongniart qui savaient au moins qu'il existait et qu'il travaillait, puisqu'ils avaient accueilli, dans les *Annales*, ses deux premiers travaux. Decaisne le reçut très bien et lui accorda bientôt son amitié.

» Le diplome de docteur ès-sciences, les certificats les plus flatteurs n'ont pas une vertu magique qui ouvre les portes à qui vient y frapper. Dans les pensions, les places étaient prises; chez les éditeurs d'Encyclopédies et d'autres ouvrages généraux, la rédaction était au complet. La formule ne variait pas. Enfin M. Duchartre parvint à être accepté, d'abord pour une faible part, dans le journal l'*Echo du monde savant*, en offrant de faire des traductions et des extraits d'articles allemands, anglais, etc.; un peu plus tard, il devint l'unique rédacteur du journal. L'année suivante Decaisne le présenta à d'Orbigny qui publiait alors son grand *Dictionnaire d'Histoire naturelle*. D'Orbigny le chargea de la partie botanique pour tout ce qui restait à faire. On était seulement à la lettre G. Le nombre des articles qu'il eut à écrire est considérable.

» Dès lors, il lui fut relativement facile de trouver d'autres rédactions payées. Il collabora à l'*Encyclopédie du* XIX^e^ *siècle*, au *Complément de l'Encyclopédie moderne*, à l'*Encyclopédie de l'Agriculteur* et rédigea seul, pendant deux années (1845-1847) la *Revue botanique*, recueil mensuel publié sous le patronage de Benjamin Delessert. Il écrivit ainsi l'équivalent d'un grand nombre de volumes. Comment suffit-il à fournir cette somme de travail sans négliger ses travaux scientifiques? M. Duchartre l'attribuait à deux circonstances : d'abord à l'abondance des documents réunis dans la bibliothèque Delessert, où il travaillait quatre ou cinq heures par jour, ensuite à ce qu'il avait, dès les premiers temps, contracté l'habitude d'écrire tout du premier jet. Il aurait pu ajouter sa remarquable puissance de travail, la clarté et la précision de son esprit. Si j'insiste un peu longuement peut-être sur cette période de la vie de M. Duchartre, c'est qu'elle me paraît expliquer la compétence si générale qu'il possédait dans les questions de Botanique pure et appliquée. Dans ce maniement incessant des Ouvrages les plus divers, il puisa une ampleur et une variété de renseignements qui lui permettaient d'exposer les sujets les plus différents avec une aisance et une sûreté que nous avons eu souvent l'occasion d'admirer, lorsqu'il résumait ici les travaux que les botanistes confiaient à sa bienveillance toujours prête.

» Parmi les travaux originaux les plus importants qui remontent à cette date se trouvent un Mémoire sur les végétaux à placenta central libre et

un autre sur l'organogénie florale des Malvacées. Tous deux avaient leur place dans le *Recueil des Savants étrangers*, s'ils n'eussent été donnés aux *Annales*, dont la publication était plus rapide.

» En 1849, M. Duchartre fut nommé, après un brillant concours, professeur de Botanique agricole à l'Institut agronomique de Versailles, qui vécut à peine trois ans. Durant ces trois années, il travailla beaucoup sans beaucoup publier. La raison en est qu'il eut à créer un cours à peu près sans précédent, dans lequel il fut le premier, en France, à enseigner certaines branches fort étendues de la Science, telles que la Pathologie végétale. Il dut aussi fonder un jardin botanique agricole, disposé d'après un plan dont il arrêta les moindres détails. C'est dans le jardin de l'Institut agronomique que M. Duchartre fit exécuter les expériences desquelles il est résulté que la fleur de soufre détruit l'*oïdium* de la vigne. Je ferai remarquer, à cette occasion, que ce sont trois botanistes, membres ou correspondants de l'Académie des Sciences, MM. Duchartre, Planchon et Millardet, qui signalèrent et firent passer dans la pratique les moyens de combattre efficacement les trois maladies les plus graves de nos vignobles : l'oïdium, le phylloxera et le mildiou.

» Rendu à la vie privée, sans compensation, par la suppression de l'Institut agronomique, M. Duchartre reprit son labeur d'autrefois. Il termina le *Manuel des Plantes* commencé par Jacques et Hérincq; rédigea, de 1854 à 1861, le *Bulletin bibliographique de la Société botanique de France*, avec un talent qui ne saurait être dépassé et devint secrétaire-rédacteur de la Société centrale d'Horticulture. Pendant le même temps il produisit plus de quarante Notes ou Mémoires dont plusieurs fort étendus. Enfin, en 1861, toutes les difficultés de sa carrière furent levées; le 21 janvier il était élu membre de l'Académie des Sciences et, deux mois après, il était appelé à la chaire de Botanique de la Sorbonne. Il l'occupa pendant vingt-six ans avec une exactitude si rigoureuse que deux fois seulement, et pour de graves motifs, il ne fit pas ses leçons.

» Professeur, M. Duchartre fut amené à modifier la nature et la forme de ses travaux. Créer un cours qui portait sur toutes les parties de la Botanique, moins la Botanique descriptive proprement dite, puis le tenir constamment au courant de la Science, a exigé beaucoup de temps et de recherches. Il a réuni les résultats de sa vaste érudition dans ses *Éléments de Botanique*. Trois éditions, représentant un total de 14000 exemplaires, témoignent du succès de ce Livre où les étudiants trouvaient reproduites, avec une méthode et une clarté toutes françaises, les leçons qu'ils avaient reçues à l'amphithéâtre. Lorsqu'en 1886, atteint par la limite d'âge, il dut

quitter, non sans déchirement, un enseignement qui était devenu partie intégrante de sa vie, il n'abandonna pas ses travaux personnels. Les communications fréquentes qu'il faisait à la Société botanique et ailleurs montrent que son activité scientifique ne s'était pas arrêtée.

» Pour bien apprécier la valeur des travaux si nombreux et si divers de M. Duchartre, il faudrait les replacer à la date où ils ont paru. Le temps et l'espace me manqueraient pour l'essayer aujourd'hui. Il suffira de rappeler les principaux : ses recherches sur les Aristoloches, les Zostéracées, sur les embryons polycotylés, ses nombreuses observations tératologiques, ses expériences sur les rapports des plantes avec l'humidité atmosphérique, la rosée, la pluie, etc., la découverte des stomates aquifères de la Colocase.

» On croit souvent trouver, dans l'influence maternelle, la cause qui détermine la direction que prend la vie des hommes. La mère de M. Duchartre, qu'il eut le bonheur de conserver jusqu'à un âge avancé, fut pour lui l'objet d'une admiration sans bornes. Il se plaisait à vanter sa bonté, sa douceur, son intelligence, son esprit d'ordre et surtout sa calme énergie dans les épreuves. Ces mêmes qualités se retrouvaient chez son fils; elles lui ont valu l'estime respectueuse et sympathique dont il était entouré. Puisse l'unanimité de nos regrets adoucir en quelque mesure la profonde douleur des enfants qui lui survivent et qu'il aimait de toute son âme! »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur le passage de Mercure.* Note de M. **J. Janssen.**

« Le passage de la planète Mercure sur le disque solaire qui a eu lieu samedi dernier se présentait pour Paris, dans des conditions extrêmement défavorables, le premier contact extérieur ne devant avoir lieu que très peu de temps avant le coucher du Soleil.

» Néanmoins, nous nous étions préparés à Meudon pour le cas où le ciel permettrait cette observation.

» Nous avions dirigé les préparatifs en vue de reprendre et de confirmer une observation de 1874, importante au point de vue de la constitution du Soleil. Je veux parler de la vision de la planète Vénus qui alors fut aperçue, avant le premier contact, se détachant en noir sur le fond lumineux du ciel, entre deux et trois minutes d'arc du bord solaire qu'elle allait atteindre. Cette observation, imprévue alors, démontrait la présence d'un milieu lumineux autour du Soleil, et ce milieu ne pouvait être que

l'atmosphère coronale dont nos observations de 1871 aux Neelgherries avaient révélé l'existence.

» Il était donc très intéressant de confirmer ce fait avec la planète Mercure. Malheureusement, comme je viens de le dire, les circonstances, à Paris, étaient bien défavorables.

» A Meudon, notre horizon du couchant est masqué par les bois de la forêt qui forment un rideau s'élevant de 2° à 4° pour un observateur placé près du bord de la grande terrasse. Notre grand équatorial atteint l'horizon rationnel, mais la plate-forme métallique que j'ai fait établir sur le sommet de notre grande coupole et à laquelle on accède par un escalier extérieur domine tout à fait les bois environnants. C'est cette terrasse que j'ai fait mettre à la disposition de M. de la Baume-Pluvinel, bien connu de l'Académie, et qui désira se charger de cette observation. On y installa une des lunettes de 8 pouces qui servirent précisément, en 1874, pour l'observation du passage de Vénus. On prit les dispositions pour masquer le disque solaire et augmenter ainsi les chances de visibilité de la planète au dehors du disque.

» De mon côté, j'observais avec l'équatorial de $16^m,50$ de foyer de la grande coupole et j'avais pris les dispositions pour l'observation de l'heure des deux premiers contacts.

» En même temps, on devait photographier avec la lunette solaire les phases d'entrée.

» Un nuage très épais et très persistant s'opposa à l'observation des premiers contacts.

» M. de la Baume, grâce à l'élévation de sa station, put observer la planète à la sortie du nuage et après son entrée de $4^h 10^m$ à $4^h 20^m$ environ.

» Pendant ces observations, on a pu voir que la Tour Eiffel eût constitué un excellent poste d'études, car elle resta constamment illuminée dès que le Soleil fut sorti du nuage dont je viens de parler. Ceci montre combien cet édifice, qui domine si complètement Paris et qui est déjà si bien utilisé au point de vue météorologique, pourrait rendre de services d'ordre scientifique et combien il serait fâcheux de le détruire.

» Nous n'avons donc pas pu remplir complètement le programme que nous nous étions tracé et même ce n'est que grâce à l'élévation de sa station que M. de la Baume a pu observer une partie du passage. J'espère que les observateurs américains, qui furent si bien placés pour ces observations, auront pu réussir complètement et j'apprendrais avec plaisir que l'observation de 1874 relative à la visibilité de Vénus en dehors du disque solaire aurait été confirmée avec la planète Mercure.

» Je regrette de n'avoir pas appelé d'une manière spéciale leur attention sur ce point.

» Les observatoires de montagne, qui suppriment une partie plus ou moins grande de l'action de notre atmosphère et de son illumination, présenteront sous ce rapport, dans l'avenir, un grand intérêt.

» J'ajoute que le fait de la visibilité d'un corps opaque à une certaine distance du disque solaire montre que la lumière qui est envoyée par l'atmosphère coronale n'est que partiellement masquée par l'élimination atmosphérique, et que, dès lors, nous pouvons espérer, à l'aide de moyens optiques appropriés, obtenir des images plus ou moins étendues de la couronne sans l'intervention des éclipses. C'est là le principal intérêt de l'observation de 1874. »

ÉLECTRICITÉ. — *Recherches sur la condensation des gaz de l'électrolyse par les corps poreux et en particulier par les métaux de la famille du platine. Applications à la pile à gaz. Accumulateurs électriques sous pression;* par MM. L. Cailletet et E. Collardeau.

« On sait que dans l'électrolyse de l'eau par des électrodes de platine, les gaz hydrogène et oxygène séparés par l'action du courant n'apparaissent pas immédiatement après l'établissement de ce courant. De plus, après la rupture du circuit, une différence de potentiel persiste entre les deux électrodes, de sorte que, en fermant sur lui-même le voltamètre par un fil conducteur, il se produit un courant inverse de celui qui traversait d'abord le liquide.

» On explique ces effets par la recombinaison des gaz hydrogène et oxygène condensés par le platine. La durée du courant ainsi obtenu est très faible.

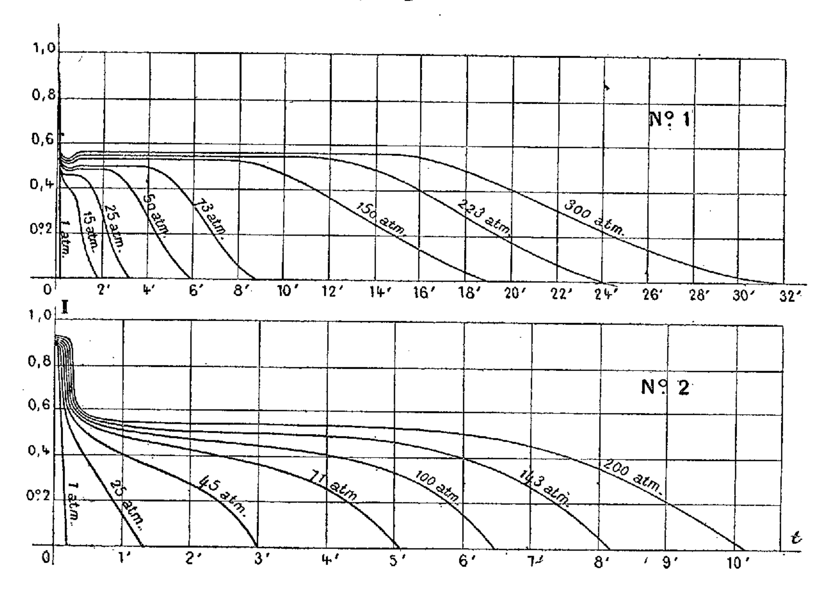
» Nous avons pensé qu'en prenant comme électrodes des substances capables d'emmagasiner beaucoup de gaz, nous aurions chances d'obtenir de meilleurs effets au point de vue de la durée et de l'intensité du courant de décharge, sans rencontrer les inconvénients inhérents à la pile à gaz de Grove, qui ne donne qu'un débit extrêmement faible à cause de sa grande résistance intérieure et de la lenteur de la recombinaison des gaz libres par le platine métallique.

» Nous avons essayé d'abord la mousse de platine. Nous avons enfermé une certaine quantité de cette matière ($6^{gr}$ environ) dans deux petits sacs d'étoffe de soie dans chacun desquels pénétrait un fil de platine destiné à amener le courant. Ces sacs placés dans de l'eau acidulée par l'acide sul-

furique au $\frac{1}{10}$ et reliés aux deux pôles d'une pile, ont été saturés de gaz par le passage du courant et ont fourni une décharge beaucoup plus intense et plus prolongée que celle que l'on aurait obtenue avec le même poids de platine à l'état métallique ordinaire et non spongieux.

» L'appareil fonctionnant, dans ces conditions, comme une véritable pile à gaz condensés, nous avons pensé qu'une forte pression augmenterait le pouvoir absorbant du platine en mousse. Pour le vérifier, nous avons enfermé l'appareil dans un réservoir en acier, et nous avons exercé sur lui, à l'aide d'une pompe hydraulique, des pressions que nous avons poussées jusqu'à 600 atmosphères. Ainsi que nous l'avions pensé, la durée du courant de décharge a augmenté beaucoup avec la pression. L'appareil est devenu un accumulateur d'énergie électrique pouvant se prêter à des mesures de capacité, de force électromotrice et de débit.

» Les courbes ci-jointes (n° 1) représentent les résultats obtenus avec




un appareil contenant $6^{gr}$ de mousse de platine et intercalé sur un circuit de décharge d'une résistance de 2 ohms. Sur l'axe vertical sont portées les intensités du courant de décharge et, sur l'axe horizontal, les temps. On voit que, sous la pression atmosphérique, la durée de la décharge n'est que de dix secondes environ. La force électromotrice initiale, égale à $1^{volt},8$, baisse sans discontinuité jusqu'à zéro.

» Si l'on opère sous des pressions plus élevées, l'allure de la décharge se modifie peu à peu et comprend trois périodes :

» 1° Une période de chute très rapide suivie d'une légère augmentation de l'intensité du courant;

» 2° Une période d'intensité constante. Cette intensité augmente un peu avec la pression. Pendant cette période, la force électromotrice de l'appareil est voisine de 1 volt.

» 3° Enfin une nouvelle période de chute moins rapide que la première.

» Si l'on calcule la capacité de l'accumulateur ainsi formé, en la rapportant à $1^{kg}$ de mousse de platine, on trouve qu'elle est de 56 ampères-heure, pour une pression de $580^{atm}$. [On sait que la capacité pratique des accumulateurs industriels au plomb varie de 10 à 20 ampères-heure par kilogramme (¹).]

» Quant à l'intensité du courant de décharge, elle peut atteindre facilement 100 ampères par kilogramme.

» Dès le début de nos expériences, nous avons remarqué qu'en employant, pour les deux pôles, des quantités égales de mousse de platine, le dégagement des bulles d'hydrogène se produisait bien avant celui des bulles d'oxygène. Nous en avons conclu que, pour obtenir d'un poids donné de matière le meilleur rendement, il fallait le répartir en quantités inégales aux deux pôles. Nous avons trouvé que le rapport à adopter était de trois parties pour le pôle négatif contre une pour le pôle positif.

» Enfin, nous avons cherché à nous rendre compte du rendement de l'appareil, c'est-à-dire du rapport de la quantité d'électricité restituée par la décharge, à celle fournie pendant la charge. Nous avons trouvé que ce rendement atteint des valeurs élevées (95 à 98 pour 100), quand on ne pousse pas la charge à ses dernières limites et que la décharge lui succède immédiatement. Quand ces conditions ne sont pas remplies, l'accumulateur dissipe peu à peu sa charge en circuit ouvert, et le rendement diminue.

» Nous avons soumis aux mêmes expériences plusieurs autres métaux de la famille du platine. M. Joly, directeur du Laboratoire de chimie de l'École Normale supérieure, où nous avons fait ces recherches, a bien

(¹) Il est bien entendu, ainsi que l'a fait remarquer M. Mascart à la suite de notre Communication à l'Académie, que le nombre que nous citons pour les accumulateurs industriels au plomb s'applique à leur capacité *pratique* rapportée au poids total de l'appareil et non au seul poids de matière active. On sait depuis longtemps qu'il est possible de construire des accumulateurs au plomb présentant une capacité plus élevée; mais cet avantage est contre-balancé par la mise hors de service très rapide de ces appareils.

voulu en préparer spécialement pour nous les quantités nécessaires, et dans un grand état de pureté.

» L'iridium nous a donné des résultats tout à fait analogues à ceux du platine.

» Le ruthénium est légèrement attaqué au pôle positif par la liqueur acide qui se colore en brun foncé. Malgré cela, il condense aussi les gaz de l'électrolyse et fournit un accumulateur dont la capacité augmente avec la pression. Mais sa force électromotrice ne se fixe pas à une valeur constante. Elle décroît d'une manière continue de $1^{volt},6$ à zéro, sans manifester de tendance à rester stationnaire à aucun moment de la décharge, et cela aussi bien à la pression de $100^{atm}$ qu'à la pression ordinaire.

» De tous les métaux voisins du platine, le palladium est celui qui nous a donné les résultats les plus intéressants. Les propriétés condensantes pour l'hydrogène sont bien connues depuis les expériences de Graham. Ce physicien n'avait trouvé aucune trace d'oxygène condensé dans les expériences faites à ce sujet sur des lames ou des fils de ce métal. Nous avons vérifié, en effet, qu'un accumulateur formé de deux lames de palladium ne possède, même sous forte pression, qu'une capacité excessivement faible, à cause de la saturation presque immédiate de la lame positive qui laisse dégager l'oxygène libre aussitôt le courant de charge fermé.

» En employant le métal à l'état de mousse (obtenue par la calcination du cyanure), les résultats ont été entièrement différents, et nous avons obtenu des effets bien supérieurs à ceux donnés par les autres métaux du minerai de platine.

» Même à la pression ordinaire, l'accumulateur, après avoir donné, à la décharge, une période de chute rapide, puis une légère surélévation de l'intensité du courant, fournit un débit constant. (On a vu que la mousse de platine ne commence à donner ce résultat qu'à partir de $20^{atm}$ à $30^{atm}$.) A mesure que la pression augmente, on observe les mêmes effets généraux qu'avec le platine; mais, à pression égale et à poids égal de matière active, la capacité de l'accumulateur est de trois à quatre fois plus grande.

» Ainsi, sous la pression de $600^{atm}$, cette capacité peut atteindre 176 ampères-heure par kilogramme de mousse de palladium.

» L'or précipité du chlorure par le gaz sulfureux a été reconnu apte à former aussi un accumulateur de capacité variable avec la pression. Cette capacité est, d'ailleurs, plus faible que celle obtenue avec le palladium ou le platine. L'allure de la décharge est également un peu différente de celle que donnent ces métaux. (Voir les courbes ci-dessus, n° 2.)

» Enfin, avec l'argent, l'étain, le nickel, le cobalt qui ont été essayés dans les mêmes conditions, il y a altération chimique du métal au pôle positif. Il en est de même avec le charbon sous ses divers états. On a bien encore une certaine accumulation d'énergie électrique dans ces corps, mais une forte pression ne donne aucune augmentation dans les résultats. Les effets observés sont probablement dus à une altération d'ordre chimique, comme celle à laquelle les accumulateurs au plomb doivent leurs propriétés. Pour le charbon, en particulier, le gaz qui se dégage au pôle positif après la saturation n'est pas de l'oxygène pur, mais un mélange de ce gaz avec une très forte proportion d'acide carbonique. Ce résultat avait déjà été constaté ([1]).

» En résumé, parmi les diverses substances essayées, les métaux nobles non susceptibles de s'altérer chimiquement au contact de l'électrolyte ou des produits de sa décomposition semblent seuls aptes à former des accumulateurs à gaz condensés dont la capacité augmente avec la pression. Pour quelques-uns de ces métaux, la capacité peut atteindre des valeurs élevées et notablement supérieures à celles que donnent, dans la pratique courante, les accumulateurs industriels au plomb. »

M. Berthelot rappelle, à propos de l'intéressante Communication qui précède, que le platine, le palladium et les métaux analogues forment à froid, avec l'hydrogène et l'oxygène libres, avec le premier corps spécialement, de véritables combinaisons définies. Le platine notamment donne naissance à deux hydrures successifs, l'un stable jusque vers 200°, l'autre dissociable à froid ([2]) : c'est surtout la formation de ce dernier qui est influencée par la pression. Ce sont là de véritables combinaisons chimiques, et non des gaz condensés ou occlus en vertu de quelque propriété mystérieuse, comme on l'a supposé quelquefois. Leur existence et les actions réciproques entre les composés hydrogénés et les composés oxygénés des métaux nobles expliquent la formation des nouveaux accumulateurs, que notre Confrère vient de signaler, ainsi que le courant électrique développé entre deux électrodes de platine chargées de ces deux gaz, et même le courant qui se développe, sans aucune force électromotrice auxiliaire, entre deux électrodes de platine immergées dans l'eau acidulée ([3]).

---

([1]) Debray et Péchard, *Comptes rendus*, t. II, p. 27; 1887.
([2]) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e sér., t. XXX, p. 524 à 530.
([3]) Même Recueil, p. 537.

BOTANIQUE FOSSILE. — *Nouveaux détails concernant les Nymphéinées. Nymphéinées infracrétacées*, par M. **G. de Saporta.**

« Sous la dénomination de Nymphéinées je comprends, non seulement les Nymphéacées propres, mais aussi les Nélumbées et les Cabombées, groupes alliés de près aux premières et appartenant à la même catégorie végétale. Les Nymphéinées dont je parlerai tout d'abord proviennent des lits infracrétacés du Portugal. Associées aux plus anciennes Dicotylées européennes observées jusqu'à ce jour, elles m'ont paru susceptibles de fournir des notions sur l'état de ces sortes de plantes dans un temps plus ou moins rapproché de leur origine.

» Le gisement de Buarcos, situé à une faible distance du cap Mondégo, et placé par M. Choffat à la hauteur de l'Albien inférieur, renferme une Nymphéinée que je viens de décrire sous le nom de *Braseniopsis venulosa* Sap. (¹). Ce sont des feuilles peltées, de contour ellipsoïdal, qu'il est naturel d'assimiler au *Brasenia peltata* Pursch (*Hydropeltis purpurea* Michx.), type de Cabombées, indigène des eaux tranquilles des régions chaudes de l'Amérique, de l'Asie et même de l'Australie. Les feuilles fossiles s'écartent cependant de celles du type actuel par la disposition en réseau des veines rayonnantes qui occupent le limbe. Il n'est pas inutile de constater l'affinité, au moins apparente, de cette Nymphéinée primitive avec un type dans lequel les carpelles, libres de toute adhérence mutuelle, ne sont ni soudés en un fruit ou syncarpe, ni disposés sur un réceptacle commun, comme le montrent les Nymphéacées propres, d'une part, et, de l'autre, les Nélumbées.

» On a recueilli dernièrement à Bizarros, dans un gisement plus ou moins contemporain du précédent, les restes d'un *Nelumbium*, que je nommerai *N. lusitanicum*. Nous en possédons des fragments de feuilles, les unes étalées, les autres repliées en cornet, même des pétales, détachées après l'anthèse, comme il arrive à ceux des *Nelumbium* actuels; enfin des radicules éparses, munies de filaments et provenant des stolons flottants émis par ces plantes. Le *Nelumbium lusitanicum* ne diffère en réalité des formes vivantes du genre que par les détails du réseau veineux, formé de nervures

(¹) *Flore fossile du Portugal*, par le marquis de Saporta, pl. XXXIV, fig. 1-4, p. 192; Lisbonne, Imp. de l'Acad. royale des Sc.; 1894.

plus capricieusement distribuées et subdivisées à l'aide de ramifications dichotomes plus irrégulières que celles de nos *Lotus*. Autant qu'il est possible d'en juger, en l'absence des parties fructifiées, le type *Nelumbium* se serait constitué de bonne heure et, ses caractères décisifs étant une fois acquis, il n'aurait plus donné lieu qu'à des variations secondaires relatives aux détails de la nervation.

» Ce *Nelumbium* n'est pas le seul dont la région portugaise ait offert des traces. A Preza, au nord-est de Mira, les marnes infracrétacées en ont laissé voir un second, dont la découverte est due aux recherches persévérantes de M. Choffat. Les restes de ce *Nelumbium*, *N. Choffati*, consistent dans une empreinte de feuille, dont une faible partie a pu être extraite du lit qui la contenait, mais qui, dans son intégrité, devait présenter une ampleur considérable, et dans la partie centrale d'une autre feuille, répondant au point d'attache du pétiole, d'où partent, pour s'étendre à la surface du limbe, les nervures rayonnantes. Ces nervures ne sont ici qu'au nombre de neuf au plus, nombre très inférieur à celui de ces mêmes nervures, qui sont d'une vingtaine dans l'espèce précédente, conformément, du reste, à ce qui existe chez les *Nelumbium* du monde actuel.

» Le gisement de Casal-dos-Bernardos, sur le même horizon, a fourni un rhizome de Nymphéinée, qu'on serait tenté de reconnaître pour celui du *Braseniopsis venulosa* Sap. Il est de petite dimension et les cicatrices radiculaires se trouvent disposées à sa superficie à peu près comme elles sont chez les *Nymphæa*, par groupes de 6-8, inscrits sur des coussinets peu saillants, vers le haut desquels la trace d'insertion des anciens pétioles, sans doute relativement minces, est assez peu visible. Mais le type de Nymphéinées le plus saillant provient de Valle-de-Sobreiros.

» Les marnes schisteuses de ce gisement présentent des empreintes de rhizomes, dont les caractères diffèrent sensiblement de ceux qui distinguent les parties correspondantes des *Nymphæa* vivants ou fossiles, observés jusqu'ici.

» Le pourtour superficiel de ces rhizomes, comprimés et réduits à l'état d'empreintes, est occupé par des rangées de coussinets insertionnels des pétioles détachés, fort nets, peu saillants et ordonnés en séries régulières. Ces coussinets alternent, dans beaucoup de cas, avec des traces d'insertion des pédoncules floraux. Ces dernières tiennent la place d'une feuille, mais se distinguent des cicatrices de pétioles par leur dimension beaucoup plus restreinte. Ces cicatrices pétiolaires sont surtout remarquables par la présence de nombreux vestiges de lacunes, à la fois petites, égales et dis-

tribuées sans ordre apparent dans tout le périmètre correspondant à l'emplacement de l'ancien organe. Les mêmes vestiges, ayant l'aspect de ponctuations, se retrouvent sur les cicatrices des pédoncules, mais beaucoup moins nombreux. Les cicatrices radiculaires sont par contre irrégulièrement disposées ou même tout à fait absentes. Ni leur nombre, ni leur dimension respective, ni leur mode de groupement sur les coussinets ne se trouvent déterminés. On en compte jusqu'à quatre sur certains coussinets, disposées comme à l'ordinaire, tandis que d'autres coussinets en sont entièrement dépourvus ou n'en présentent que deux à trois ou même une seule, isolée et fort petite.

» Si l'on résume ces divers traits, en se plaçant au point de vue de l'évolution chez les Nymphéinées, il semble : 1° que le type *Nelumbium*, constitué à la faveur d'une combinaison organique promptement acquise et demeurée ensuite sans changement, n'aurait gardé de *variables* que les seules nervures rayonnantes, dont les ramifications et le réseau veineux auraient tendu à se régulariser graduellement; 2° que le type des Cabombées, représenté par le *Braseniopsis*, chez lequel les carpelles, exempts de soudure mutuelle, ne sont pas réunis en syncarpe, aurait probablement précédé les Nymphéacées propres; 3° enfin que, chez les Nymphéacées primitives ou certaines d'entre elles, les lacunes, à l'intérieur des pétioles, d'abord étroites, nombreuses et égales en dimension, se seraient réduites par le groupement et la fusion des plus intérieures de ces lacunes devenues inégales et régulièrement distribuées; tandis que, d'autre part, les cicatrices d'insertion des pétioles et des pédoncules de ces Nymphéacées primitives dénotent entre ces organes comparés entre eux des différences d'aspect et de dimension qui auraient tendu à s'effacer, sinon à disparaître entièrement chez les Nymphéacées plus récentes. Ce sont là, il est vrai, de simples présomptions ; pourtant l'examen des Nymphéinées tertiaires, auxquelles je vais maintenant m'adresser, ne leur apporte aucun démenti et les confirmerait plutôt. »

## MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE. — *Étude des causes de la digestion saline.* Note de M. A. Dastre.

« J'ai appelé *digestion saline* l'ensemble des transformations qu'éprouvent les albuminoïdes frais en présence des solutions salines. J'ai montré, en ce

qui concerne la fibrine fraîche mise en présence de solutions concentrées, que ces transformations étaient identiques avec les phases d'une véritable digestion gastrique.

» Le phénomène ne se produit qu'avec les albuminoïdes frais et crus. L'ébullition dans l'eau, l'action suffisamment prolongée de l'alcool empêchent la digestion saline de la fibrine. Si l'on réfléchit que ces conditions, ébullition, précipitation par l'alcool, qui suppriment le phénomène sont précisément celles qui suppriment l'activité des microorganismes ou des ferments solubles, on sera porté à penser que ceux-ci sont les agents réels de la transformation. On admettra que la fibrine emporte et retient à l'état frais des zymases du sang qui l'a fournie ou qu'il s'introduit dans la liqueur, au cours de l'opération, des microorganismes venus de l'extérieur et capables d'opérer les changements observés. Ces deux hypothèses semblent les plus plausibles et elles m'ont été opposées. Divers auteurs, comme A. Hermann, ont incriminé la putréfaction; d'autres, comme Plosz, ont fait intervenir les ferments solubles.

» La Note que je présente à l'Académie a pour but de montrer qu'aucune de ces hypothèses n'est réellement fondée et que la digestion saline n'est due ni à l'action des ferments solubles ni à celle des microbes.

» I. On ne connaît, dans l'organisme animal, que deux espèces de ferments solubles protéolytiques, c'est-à-dire capables de digérer les albuminoïdes : la trypsine du pancréas, la pepsine de l'estomac. La trypsine doit être écartée *a priori*. En effet, un des caractères de son action sur la fibrine, c'est qu'elle aboutit à la formation de peptones vraies et surtout de tyrosine. Or, si prolongée qu'elle ait été, la digestion saline ne m'a jamais fourni de tyrosine.

» Au contraire, le phénomène se rapproche de la digestion gastrique; il y a mêmes produits finaux : protéoses, propeptones, et même processus intermédiaire, formation des deux globulines coagulables à 54° et à 75°. Pourtant, la digestion saline n'est pas due à l'intervention du ferment peptique vrai. Elle diffère de la digestion peptique par les traits suivants : 1° elle s'accomplit en milieu neutre et est empêchée en milieu acide. En acidifiant le milieu salin au même titre (3 pour 1000) que le suc gastrique, j'ai arrêté la digestion saline ; 2° le ferment peptique vrai, retiré de l'estomac de porc ou de chien, n'agit pas dans les solutions salines fortement concentrées que j'ai employées : je me suis assuré que l'albuminoïde y reste inattaqué.

» II. Il n'y a pas lieu davantage de faire intervenir les microbes exté-

rieurs et, parmi eux, ceux de la putréfaction. En effet, les ferments bactériens connus et ceux de la putréfaction en particulier produisent peu ou point de peptones, tandis que la transformation qui est en question en produit beaucoup. D'ailleurs, avec l'aide de mon préparateur, M. Portier, j'ai pratiqué l'examen bactériologique direct des liqueurs, chlorurées à 15 à 20 pour 100, fluorurées à 2 à 3 pour 100. Il faut employer une méthode convenable pour éviter l'inconvénient créé par la cristallisation des sels : on la trouvera indiquée dans un Mémoire spécial [1]. L'examen n'a révélé aucun micro-organisme dans les digestions salines fortes.

» III. On peut donner à ces démonstrations un caractère plus saisissant au moyen des deux expériences suivantes :

» 1° La première consiste à opérer simultanément sur la fibrine crue et la fibrine cuite :

» *Expérience I.* — On a prélevé deux lots de même poids ($50^{gr}$) et aussi identiques que possible dans une même masse de fibrine fraîche. On les a enfermés dans une étoffe d'étamine à larges mailles qui en permettra l'imbibition facile. On a ainsi deux nouets. L'un d'eux est préalablement exposé à l'action de l'eau bouillante. Après quoi ils sont tous les deux, le nouet à fibrine fraîche et le nouet à fibrine cuite, immergés dans une solution saline (deux litres de fluorure d'ammonium à 3 pour 100) et abandonnés à l'étuve à 40° pendant plusieurs jours.

» Au bout de ce temps, on constate que la fibrine fraîche a été digérée; le nouet est vide. Le nouet de fibrine cuite est intact. Le contraste est parfait.

» Cette expérience exclut à la fois, comme facteurs de la digestion saline, le ferment soluble et le microbe. Si ces agents étaient présents, ils attaqueraient, comme l'on sait, la fibrine cuite aussi complètement (quoique plus lentement) que la fibrine crue.

» 2° La seconde expérience consiste à obtenir la fibrine pure et fraîche à l'abri des microbes.

» Un dispositif spécial que je n'ai pas à décrire ici me permet de recueillir le sang de la saignée, de le défibriner, de le laver à l'eau distillée bouillie dans le même vase stérilisé sans qu'il soit exposé à aucun moment à la pénétration des micro-organismes. Cette fibrine fraîche stérilisée est digérée par la solution saline qu'on y ajoute dans les mêmes conditions d'asepsie.

» Cette expérience exclut donc catégoriquement toute action microbienne.

---

(1) A. Dastre, *La digestion saline de la fibrine* (*Archives de Physiologie*, p. 927, octobre 1894).

» Par là, nous avons déblayé le terrain des fausses interprétations que l'on a pu imaginer pour la digestion saline. Nous aurons prochainement à pénétrer plus avant, à notre tour, dans le mécanisme du phénomène. »

## CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Un Ouvrage de M. *Ern. Cesàro,* ayant pour titre : « Introduzione alla theoria della Elasticita ». (Présenté par M. Hermite.)

ASTRONOMIE. — *Sur la disparition de la tache polaire australe de Mars.* Note de M. G. **Bigourdan**, communiquée par M. Tisserand.

« Dans une Note présentée à l'Académie dans la séance du 15 octobre dernier, et insérée à la page 633 de ce Volume, j'ai signalé la disparition de la tache polaire australe de Mars, d'ailleurs sans donner aucune explication de l'invisibilité actuelle de cette tache.

» Abstraction faite des mesures qu'elle renferme, cette Note peut être ainsi résumée :

» Le 9 et le 10 octobre 1894, *par des images médiocres,* cette tache était encore un objet mesurable (et j'ajoute ici qu'elle était de beaucoup le détail le plus saillant de la surface de Mars), tandis que, trois ou quatre jours après, le 13 octobre, et *par des images très belles,* on en soupçonnait à peine quelques traces, dont on ne pouvait pas même affirmer l'existence.

» L'observation de cette disparition ayant donné lieu à quelques critiques, j'ajouterai ici des détails complémentaires sur l'observation du 13 octobre, avec la suite des observations faites depuis cette époque, aux moments où l'état de notre atmosphère donnait des images bonnes ou assez bonnes.

| Dates 1894. | Temps moyen de Paris. | ω. | α. | Images. | Remarques. |
|---|---|---|---|---|---|
| Oct. 10 | $10^{h}.10^{m}$ | $284^{o}$ | $-106^{o}$ | Médiocres. | Tache bien visible (voir *Comptes rendus*, p. 634 de ce Volume). |
| 10 | 10.17 | 284 | —106 | Id. | |

| Dates 1894. | Temps moyen de Paris. | ω. | α. | Images. | Remarques. |
|---|---|---|---|---|---|
| 13 | 10h.30m | 262° | —128° | Très belles. | On voit de nombreux détails sur la planète, mais on ne peut apercevoir aucune trace certaine de la tache polaire. |
| 13 | 11. 0 | 270 | —120 | Id. | |
| 13 | 12.15 | 288 | —102 | Id. | |
| 19 | 9.39 | 197 | +167 | Belles. | Aucune trace de tache polaire; on examine la planète avec divers oculaires. |
| 19 | 10.16 | 206 | +176 | Assez ondulantes. | |
| 31 | 9.33 | 90 | + 60 | Très belles. | Non seulement on n'aperçoit pas de tache polaire, mais aucun détail n'est visible à la surface de la planète, quoique les images soient belles. |
| Nov. 1 | 8.19 | 63 | + 33 | Assez ondulantes. | |
| 1 | 10.56 | 102 | + 72 | Belles. | |
| 1 | 11.15 | 106 | + 76 | Id. | |
| 6 | 6.36 | 355 | — 35 | Assez belles. | A $5^h 36^m$, on voit bien *Syrtis magna*, *Hammonis Cornu;* le *sinus Sabœus* tranche bien en sombre sur la teinte du continent voisin; mais on ne peut apercevoir aucune trace de tache polaire australe. |
| 6 | 7.59 | 15 | — 15 | Belles. | |
| 6 | 9. 3 | 29 | — 1 | Id. | |

» Dans ce Tableau, ω, tiré des éphémérides de M. Marth, désigne comme précédemment la longitude du méridien qui passe par le centre du disque de la planète au moment de l'observation ; et α est l'angle de ce méridien central avec le méridien de la tache polaire australe, supposée placée par 30° de longitude aréographique. Les valeurs de α, comptées de — 180° à + 180°, sont affectées du signe — quand le méridien de la tache n'a pas encore atteint le centre du disque, du signe + quand il l'a dépassé.

» La visibilité de la tache dépend de la valeur absolue de α, toutes les autres circonstances restant les mêmes; plus cette valeur absolue est petite, plus les conditions de visibilité de la tache sont favorables; mais rien n'autorise à dire que cette tache doive être invisible, même quand α atteint son maximum 180°, car, alors, la tache est encore à plus de 10° en avant du bord extrême.

» Si nous revenons au Tableau précédent, on voit que le 13 octobre, à $12^h 15^m$ et par de *très belles* images, la tache était invisible, tandis que, trois

jours avant, la tache étant un peu moins favorablement placée sur le disque apparent de Mars, et les images étant *médiocres*, elle était non seulement visible mais mesurable.

» Les observations suivantes ont confirmé cette invisibilité : voir notamment celles du 6 novembre à $9^h3^m$ faites par de belles images et au moment où la tache passait par le méridien central ($\alpha = -1°$).

» Aussi paraît-il impossible de se ranger à l'opinion des astronomes qui, au commencement de novembre, non seulement voyaient la tache, mais lui attribuaient un arc aréographique de 5°; le diamètre apparent de Mars étant alors de 20″, cet arc de 5° répond à 0″,9 : un tel objet est non seulement visible, mais mesurable avec l'équatorial dont je me sers, par l'état d'images du 6 novembre; la tache était d'ailleurs voisine du méridien central. »

ASTRONOMIE. — *Passage de Mercure devant le Soleil.* Note de M. E.-L. TROUVELOT.

« Comme il m'eût été impossible d'observer le passage de Mercure devant le Soleil, à cause de la lisière de la forêt qui se trouve à proximité de ma coupole, et masque complètement l'horizon occidental, je me rendis à l'observatoire de la Société astronomique de France, dans le but d'observer le phénomène.

» Le ciel, presque partout couvert, ne promettait pas grand succès. Cependant, vers $4^h$, on voyait à l'ouest deux étroites ouvertures horizontales qui se trouvaient précisément sur la route du Soleil. En effet, vers $4^h3^m$, il apparut par la première ouverture, qui, étant très étroite, ne permettait d'en voir qu'une faible partie. Malheureusement, la partie du disque où Mercure devait entrer en contact apparent avec le limbe resta entièrement cachée, et, à $4^h7^m$, le Soleil disparut, de sorte que les deux contacts, la partie la plus intéressante du phénomène, ne furent pas observés.

» A $4^h10^m$, le Soleil se montra de nouveau, et immédiatement j'aperçus Mercure sur le disque, bien qu'à ce moment l'astre parut en ébullition, car le rayon visuel passait, pour aller au Soleil, au-dessus d'une cheminée d'usine qui était la cause de cette perturbation. A $4^h12^m$, l'image projetée sur le fond rouge pâle du ciel avait un calme parfait; Mercure, avec des bords d'une grande netteté, apparaissait alors comme une tache circulaire d'un noir intense, projetée sur le fond lumineux du Soleil. Malgré mes efforts, je n'ai pas vu trace de l'anneau lumineux que j'avais observé au-

tour de la petite planète, lors de son passage de 1878; mais les conditions actuelles étant bien moins favorables, à cause de la proximité de l'horizon, et la présence des vapeurs rougeâtres, peuvent expliquer l'absence de cet anneau. »

THÉORIE DES NOMBRES. — *Sur une erreur relevée dans la « Théorie des nombres » de Legendre.* Note de M. **Dujardin**, présentée par M. Poincaré.

« Dans la *Théorie des nombres* (3e édition, 1830; Tome II, IVe Partie, Chap. XII, p. 439), Legendre ramène la résolution en nombres entiers d'une équation indéterminée

$$(1)\qquad ay^2 + byz + cz^2 + dy + fz + g = 0,$$

dans laquelle $b^2 - 4ac$ est $> 0$ et non carrée, à une équation de la forme

$$ay'^2 + by'z' + cz'^2 = -(af^2 - bdf + cd^2)(b^2 - 4ac) - g(b^2 - 4ac)^2$$

ou

$$(2)\qquad ay'^2 + by'z' + cz'^2 = \Delta(b^2 - 4ac),$$

en posant

$$y = \frac{y' + 2cd - fb}{b^2 - 4ac} = \frac{y' + \alpha}{b^2 - 4ac}; \qquad z = \frac{z' + 2af - bd}{b^2 - 4ac} = \frac{z' + \beta}{b^2 - 4ac}.$$

» La résolution de l'équation (2) sera donnée par des formules de la forme

$$(3)\qquad y' = \gamma F + \delta G; \qquad z' = \varepsilon F + \zeta G$$

avec

$$(\varphi + \psi\sqrt{b^2 - 4ac})^n = F + G\sqrt{b^2 - 4ac},$$

$\varphi$ et $\psi$ étant le premier système de solutions de l'équation toujours résoluble $\Phi^2 - (b^2 - 4ac)\Psi^2 = 1$.

» On aura alors, pour déterminer $n$, de telle sorte que $y$ et $z$ soient entiers, en désignant par $e$ et $e'$ des nombres entiers, deux équations du premier degré

$$(4 \text{ et } 4\,bis)\quad 1^\circ \text{ si } n = 2m: \frac{(\alpha + \gamma)\varphi + 2\psi m}{b^2 - 4ac} = e, \qquad \frac{(\beta + \varepsilon)\varphi + 2\zeta\psi m}{b^2 - 4ac} = e';$$

$$(5 \text{ et } 5\,bis)\quad 2^\circ \text{ si } n = 2m + 1: \frac{\gamma\varphi + \alpha + \delta\psi + 2m\delta\psi}{b^2 - 4ac} = e, \qquad \frac{\varepsilon\varphi + \beta + \zeta\psi + 2\zeta\psi m}{b^2 - 4ac} = e',$$

qui devront s'accorder entre elles.

» Jusqu'ici, l'analyse est exacte, mais Legendre en conclut que les valeurs de $n$ sont de la forme $\nu + (b^2 - 4ac)K$, K étant une indéterminée, ce qui est erroné. L'erreur consiste en ce que les quantités représentées par $\delta$ et $\zeta$ sont divisibles par $b^2 - 4ac$ et que les équations du premier degré ne satisfont plus à la condition que les coefficients des inconnues soient premiers entre eux. En effet, l'application de la méthode de Legendre à l'équation (2) conduit à la transformée

$$(6) \quad \frac{aN^2 + bN + c}{(b^2 - 4ac)\Delta} z'^2 + (2aN + b) z'n + a(b^2 - 4ac)\Delta n^2 = \pm 1,$$

où N désigne une variable auxiliaire telle que $aN^2 + bN + c$ soit divisible par $(b^2 - 4ac)\Delta$, et $n$ une autre variable liée à $y'$ et $z$, par la relation $y' = Nz' + (b^2 - 4ac)\Delta n$; et, dans ces conditions, les coefficients $\delta$ et $\zeta$ seront, à un facteur $\frac{1}{2}$ près,

$$(7) \quad \begin{cases} \zeta = (2aN + b)y'_1 + 2a(b^2 - 4ac)\Delta u'_1; \\ \delta = N\zeta + (b^2 - 4ac)\Delta\left[(2aN + b)u'_1 + 2\dfrac{aN^2 + bN + c}{(b^2 - 4ac)\Delta} y'_1\right], \end{cases}$$

$y'_1$ et $n'_1$ désignant une première solution de l'équation (6). Or, $bN^2 + bN + c$ étant divisible par $(b^2 - 4ac)\Delta$ : $\frac{1}{4a}[(2aN + b)^2 - (b^2 - 4ac)]$ est divisible par $(b^2 - 4ac)\Delta$. Donc, $(2aN + b)$, et par suite, $\zeta$ est divisible par $(b^2 - 4ac)$ ainsi que $\delta$.

» Les équations de Legendre sont donc en défaut. Mais il faut et il suffit que $(\alpha + \gamma)$ ainsi que $(\beta + \varepsilon)$ soient divisibles par $(b^2 - 4ac)$ si $n$ est pair ou $(\gamma\varphi + \alpha)$ et $(\varepsilon\varphi + \beta)$ si $n$ est impair. Les équations, se réduisant alors à la forme $A + 2Bm = e$ sont satisfaites par toutes les valeurs entières de $m$, et, par suite, $n$ varie suivant une progression arithmétique, donc la raison est 2, et non $(b^2 - 4ac)$.

» On tirerait immédiatement la même conclusion de la loi de récurrence qui lie trois solutions consécutives des équations de la forme (2) et que Legendre a établie. Cette considération même suffit et peut remplacer l'analyse du Chapitre XII. De là, on conclut la règle suivante :

» *Étant données deux solutions consécutives de l'équation* (2) $y'_1, z'_1; y'_2, z'_2$; *si aucun des systèmes* $y'_1 + \alpha,\ z'_1 + \beta;\ y'_2 + \alpha,\ z'_2 + \beta$ *n'est divisible par* $(b^2 - 4ac)$ *l'équation proposée n'est pas résoluble en nombres entiers. Si l'un ou l'autre est divisible, à tous les systèmes de même parité que celui-là, correspondra une solution de la proposée.*

» Les systèmes $y'_1$, $z'_1$; $y'_2$, $z'_2$; ... forment une série récurrente dont l'échelle de relation est $(2\varphi, -1)$. Les termes de cette série, pris de deux en deux, formeront une nouvelle série récurrente de même échelle avec un terme additionnel constant, ou, ce qui revient au même, une série récurrente de troisième ordre dont l'échelle de relation est de la forme

$$[4\varphi^2 - 1, -(4\varphi^2 - 1), +1].$$

Cette règle comporte une exception quand $a, b, c$ ont un facteur commun $h$ (cas étudié trop sommairement par Legendre dans une Note du même chapitre). En chassant ce facteur, on obtient une réduite

$$a'y''^2 + b'y''z'' + c'z''^2 = (b'^2 - 4a'c')\Delta',$$

et les quantités $y'' + \alpha'$, $z'' + \beta'$ devront être divisibles non seulement par $(b'^2 - 4a'c')$ mais par $h$. On voit aisément que ces quantités divisibles se reproduiront suivant une certaine période dont la raison ne sera plus le nombre 2, mais un nombre dépendant du facteur $h$; et les solutions $x$ et $y$ de la proposée formeront encore une série récurrente du troisième ordre dont l'échelle se déduira également du nombre $h$.

» En résumé, toutes les solutions entières d'une équation quelconque du deuxième degré dans laquelle $(b^2 - 4ac)$ est $> 0$ et non carré peuvent se grouper, pour chacune des inconnues, suivant une ou plusieurs séries récurrentes dont l'échelle de relation sera, en général, du troisième ordre, de la forme $(\lambda, -\lambda, +1)$, et s'abaissera au deuxième ordre, avec la forme $(\mu, -1)$ pour celle des inconnues qui n'entre pas au premier degré dans l'équation.

» Lorsque $(b^2 - 4ac) = 0$, les solutions sont aussi groupées suivant des séries récurrentes du troisième ordre; mais l'échelle de relation a des coefficients constants, savoir $(3, -3, +1)$, parce que les deux inconnues sont, dans ce cas, des fonctions algébriques entières du deuxième degré d'une même variable $\theta$. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la représentation des courbes gauches algébriques et sur une formule d'Halphen.* Note de M. **Léon Autonne**, présentée par M. Jordan.

« Prenons une courbe gauche algébrique indécomposable G, de degré $n$. Elle peut, conformément à des théories classiques, être représentée par

les équations

$$f(x, y) = 0, \qquad z = \frac{P_1(x, y)}{P_0(x, y)}.$$

$f$ est un polynome indécomposable de degré $n$; les deux polynomes $P_0$ et $P_1$, dénominateur et numérateur de $z$, ont pour degrés $r$ et $r+1$ respectivement. Appelons enfin $g$ la courbe $f(x, y) = 0$, projection de G.

» On peut, sans changer G, remplacer $P_0$ et $P_1$ par deux autres polynomes $P'_0$ et $P'_1$, de degrés $r'$ et $r'+1$, choisis à volonté, pourvu seulement que l'expression $P'_1 P_0 - P'_0 P_1$ soit divisible par $f$. Il y a ainsi dans la représentation de G une dose d'arbitraire qu'il est intéressant d'évaluer. Dans son grand Mémoire *Sur la classification des courbes gauches algébriques*, Halphen, *excluant les courbes à points multiples*, énonce une proposition que voici : *Peut être pris pour dénominateur de z tout polynome* $P_0$, *qui s'évanouit en chaque point double apparent.*

» Étendant l'analyse d'Halphen à des courbes munies de singularités quelconques, je parviens à l'énoncé suivant :

» Théorème. — *Peut être pris pour dénominateur de z tout polynome tel que la courbe* $P_0 = 0$ : 1° *passe par chaque point double apparent;* 2° *coupe chaque cycle de g, issu d'un point multiple m, en* $\sigma$ *points confondus avec m,* $\sigma$ *ne pouvant être inférieur à un nombre fixe* $\sigma_0$.

» J'ai calculé la limite inférieure $\sigma_0$ de $\sigma$ à l'aide des développements en série, qui fournissent les coordonnées du point courant sur G aux abords du point multiple. La démonstration, qui est une application du théorème bien connu de M. Nœther, est trop longue pour être reproduite ici, mais une seconde limite inférieure pour $\sigma$, savoir $\sigma'_0$ avec $\sigma'_0 \geqq \sigma_0$, peut être définie en quelques mots.

» Supposons que du point multiple $m$, où nous pouvons placer l'origine des coordonnées, soient issus M cycles $C_i\,[i = 1, 2, \ldots, M]$, d'ordres $n_i$ respectivement. Les équations des $n_i$ branches de $C_i$ seront

$$\left\{\begin{array}{l} y = y_{ij} \equiv \sum_s a_{is}^{(i)}(t_i \theta_i^j)^s \left\{\begin{array}{l} x = t_i^{n_i} \\ [j = 1, 2, \ldots, n_i] \end{array}\right\} \\ \theta_i = \text{racine primitive } n_i^{\text{ième}} \text{ de l'unité, } a_{is}^{(i)} \text{ étant holomorphe en } x, \\ \qquad\qquad [s = 0, 1, 2, \ldots, n_i - 1] \end{array}\right\}$$

» Posons $\Phi(u) \equiv \prod_{ij} (u - y_{ij})$; $\Phi$ sera un polynome en $u$ à coefficients holomorphes; sera aussi holomorphe le discriminant $D(x)$ de l'équation algébrique en $u$, $\Phi(u) = 0$.

» Par simple multiplication et tenant compte de $t_i^{n_i} = x$, je forme

$$[s = 0, 1, \ldots, n_i - 1], \qquad y_{ij}^l \equiv \sum_s a_{ls}^{(i)} (t_i \theta_i^j)^s, \qquad [l = 1, 2, 3, \ldots, n_i - 1].$$

Sera holomorphe en $x$ le déterminant $D_i(x)$ des

$$a_{ls}^{(i)}, \qquad [s = 1, 2, \ldots, n_i - 1].$$

» Si $x^{\rho_i}$ est la plus haute puissance de $x$ qui divise le produit $DD_i$, $\rho_i$ est la limite $\sigma_0'$, ci-dessus définie, qui est relative au cycle $C_i$.

» Voici quelques applications du théorème :

» Un point double ou de rebroussement sur G n'impose aucune sujétion à la courbe $P_0 = 0$. Un point $\mu^{\text{nple}}$, à tangentes séparées, fait apparaître sur $P_0 = 0$ un point $(\mu - 2)^{\text{uple}}$.

» Aucune sujétion n'est imposée à la courbe $P_0 = 0$ par un point multiple $m$ de G, si par G passe une surface qui admette en $m$ un plan tangent unique.

» Le théorème ci-dessus m'a permis aussi de généraliser une importante formule d'Halphen, relative au nombre, $\mathfrak{N}$, des conditions qui expriment que G est située sur une surface algébrique de degré N.

» La formule d'Halphen, *qui suppose l'absence sur* G *de points multiples*, est

$$\mathfrak{N} = nN + 1 - p + \varpi.$$

$p$ est le genre de G. L'entier non négatif $\varpi$ dépend de la configuration du groupe constitué par les $rn$ points $f = P_0 = 0$. Halphen ne donne aucune règle générale pour évaluer $\varpi$ et se borne à indiquer quelques cas, $\varpi = 0$. En réalité, Halphen démontre simplement que $\mathfrak{N}$ est compris entre $nN + 1 - p$ et $nN + 1$.

» Pareillement, pour une courbe G à singularités quelconques, je démontre la formule

$$\mathfrak{N} = nN + 1 - p - \Sigma \mathfrak{v} + \varpi.$$

La sommation $\Sigma$ s'étend aux divers points multiples; $\mathfrak{v}$ est le nombre qui mesure l'*abaissement du genre* produit par le point multiple. L'entier non négatif $\varpi$ dépend de la configuration du groupe $\Delta$ formé par les $rn$ points $f = P_0 = 0$.

» Pour avoir $\mathfrak{v}$, il suffit de connaître les développements en série afférents au point multiple. Pour $\varpi$, ce nombre s'obtient sans difficulté quand la courbe G est donnée. Si l'ensemble des courbes planes de degré $r + N$,

qui passent par les points du groupe $\Delta$, constitue un système linéaire $(h-1)^{\text{uplement}}$ infini, alors

$$\varpi = -\frac{(r+\mathrm{N}+1)(r+\mathrm{N}+2)}{2} + h + rn.$$

Lorsqu'on ne connaît de G que le degré $n$, le genre $p$ et les singularités, tout ce que l'on peut affirmer sur $\mathfrak{N}$, c'est qu'il est compris entre $n\mathrm{N}+1$ et $n\mathrm{N}+1-p-\Sigma\mathfrak{H}$. C'est l'analogue du résultat énoncé par Halphen.

» Au lieu du genre $p$, on peut introduire la classe $\Lambda$. Alors

$$2\mathfrak{N} = 2n(\mathrm{N}+1) - \Lambda - \Sigma\mathfrak{K}.$$

$\mathfrak{K}$ est le nombre qui mesure l'abaissement de classe produit par un point multiple. La sommation $\Sigma$ s'étend aux divers points multiples. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une formule empirique de M.* Pervouchine. Note de M. **Ernest Cesàro**, présentée par M. Hermite.

« M. Pervouchine vient de faire connaître dans les *Mémoires de la Société physico-mathématique de Kasan* quelques intéressantes formules arithmétiques, qui lui ont coûté près de trois années de travail. Si $p_n$ est le $n^{\text{ième}}$ nombre premier, une de ces formules, d'où l'on peut déduire toutes les autres, est la suivante

$$\frac{p_n}{n} = \log n + \log\log n - 1 + \frac{5}{12\log n} + \frac{1}{24\log\log n}.$$

» Ce résultat ne nous semble pas *théoriquement* admissible en ce qui concerne les deux derniers termes. On peut, en effet, déduire la formule (rectifiée) de M. Pervouchine de la formule connue (*Actes de l'Académie des Sciences de Naples,* 1893, *Mém.* 11, *form.* 40)

$$(1) \qquad \frac{p_n}{n} = \log p_n - 1 - \frac{1}{\log p_n} - \frac{3}{(\log p_n)^2} - \ldots.$$

» Si l'on désigne momentanément par L le logarithme de $\log p_n$, on a

$$(2) \qquad \log p_n = \log n + \mathrm{L} - \frac{1}{\log p_n} - \frac{3}{2(\log p_n)^2},$$

en négligeant toutes les quantités dont le produit par $(\log n)^2$ tend vers

zéro lorsque $n$ croît indéfiniment. Dans ces conditions on a aussi

$$\frac{1}{\log p_n} = \frac{1}{\log n} - \frac{L}{(\log n)^2},$$

parce que, pour $n$ infini, L se comporte comme $\log\log n$, de sorte que ses puissances sont toutes négligeables vis-à-vis de $\log n$. Si l'on porte le dernier résultat dans l'égalité (2), on obtient

$$(3) \qquad \log p_n = \log n + L - \frac{2}{\log n} + \frac{2L - 3}{2(\log n)^2},$$

puis la formule (1) devient

$$(4) \qquad \frac{p_n}{n} = \log n + L - 1 - \frac{2}{\log n} + \frac{4L - 9}{2(\log n)^2}.$$

» Il nous reste à calculer L. Or, si l'on prend les logarithmes des deux membres de (3), on trouve

$$\left[1 - \frac{1}{\log n} + \frac{L}{2(\log n)^2}\right] L = \log\log n - \frac{1}{(\log n)^2};$$

d'où l'on déduit aisément

$$L = \left[1 + \frac{1}{\log n} + \frac{1}{(\log n)^2} - \frac{\log\log n}{2(\log n)^2}\right] \log\log n - \frac{1}{(\log n)^2}.$$

» Il suffit de porter cette valeur dans (4) pour obtenir enfin l'égalité

$$\frac{p_n}{n} = \log n + \log\log n - 1 + \frac{\log\log n - 2}{\log n} - \frac{(\log\log n)^2 - 6\log\log n + 11}{2(\log n)^2},$$

qu'on doit substituer à la formule de M. Pervouchine. »

PHYSIQUE. — *Détermination expérimentale directe de la chaleur spécifique de vapeur saturée et de la chaleur de vaporisation interne*. Note de M. E. **Mathias**, présentée par M. Lippmann.

« Soit à mesurer la chaleur spécifique de vapeur saturée à $t^\circ$. Il suffit pour cela de généraliser la méthode décrite dans ma Note du 13 août dernier, relative à la chaleur spécifique du liquide saturé et de conserver le même dispositif expérimental. Supposons de plus connues la loi de variation de la pression de vapeur saturée $f$ et la chaleur de vaporisation à la température ambiante.

» On calcule le *poids de vapeur saturée* P, qui remplit le vase A à $t^\circ$, puis

on enlève l'excédent de gaz. Au moyen de l'étuve, on porte A à $t^o + \varepsilon$ ($\varepsilon$ = quelques dixièmes de degré), on l'y maintient plusieurs heures, puis on le plonge dans un calorimètre. Soient $q$ la chaleur dégagée, $z$ la chaleur spécifique de la vapeur surchauffée entre $t^o + \varepsilon$ et $t^o$, M le poids en eau du vase A, $p$ le poids du liquide existant dans A à la température finale $\theta^o$ : l'expression suivante, dans laquelle tout est connu expérimentalement,

$$Q = q - M(t + \varepsilon - \theta) - Pz\varepsilon$$

représente la chaleur à fournir au mélange de liquide et de vapeur à $\theta^o$ pour le porter *à volume constant* [1] à la température $t^o$, à laquelle il n'existe plus que de la vapeur saturée.

Partant du même *état initial*, on peut arriver au même *état final* en imaginant d'autres transformations du mélange. Soient Q et T, Q' et T', Q'' et T'',... la chaleur fournie et le travail extérieur produit dans la transformation à volume constant et dans les *autres;* le principe de l'équivalence donne, en remarquant que T = o très sensiblement,

$$(1) \qquad Q = Q' - \frac{1}{E}T' = Q'' - \frac{1}{E}T'' = \ldots .$$

TRANSFORMATION I. — *On vaporise le poids* $p$ *de liquide à* $\theta^o$; *on a alors, à* $\theta^o$, *un poids* P *de vapeur saturée de volume spécifique* $u'$; *on porte cette vapeur à* $t^o$ *en la maintenant saturée.*

» Cette transformation fournit la relation (2)

$$(2) \qquad Q = p\rho + Py_\theta^t - \frac{P}{E}\int_\theta^t p\,du';$$

$\rho$ est la *chaleur de vaporisation interne à* $\theta^o$ et $y_\theta^t$ la chaleur à fournir à $1^{gr}$ de vapeur saturée, pour la porter de $\theta^o$ à $t^o$ en la maintenant saturée.

» Or $\rho$ est connu; $\int p\,du'$ peut être calculé à l'avance. L'équation (2) fournit donc $y_\theta^t$ *d'une façon indépendante de la chaleur spécifique du liquide.*

» TRANSFORMATION II. — *On porte de* $\theta^o$ *à* $t^o$ *respectivement le poids* $p$ *de liquide et le poids* $(P - p)$ *de vapeur saturée; puis on vaporise le liquide à* $t^o$.

» Cette transformation fournit la relation (3)

$$(3) \qquad Q = p\rho' + px_\theta^t + (P - p)y_\theta^t - \frac{p}{E}\int_\theta^t p\,du - \frac{P-p}{E}\int_\theta^t p\,du';$$

---

[1] La variation de volume provenant de la dilatation de l'enveloppe est négligeable en général.

$\rho'$ est la *chaleur de vaporisation interne* à $t^\circ$, $u$ et $u'$ les deux volumes spécifiques, $x_\theta^t$ la chaleur à fournir à $1^{gr}$ de liquide pour le porter de $\theta^\circ$ à $t^\circ$ en le laissant saturé. La seule inconnue est donc ici $\rho'$.

» *Résultats.* — Cette méthode a été appliquée à l'acide sulfureux. La transformation I a fourni *onze* valeurs de $y_\theta^t$, $\theta$ variant entre 21° et 26°, et $t^\circ$ entre 155°,8 et 102°,65. En y ajoutant les valeurs approchées de $y_{20}^\theta$ qui se trouvent dans ma thèse, on obtient les $y_{20}^t$. On construit alors la courbe $y_{20}^t = \psi(t)$, dont le coefficient angulaire est la chaleur spécifique de vapeur saturée. La transformation II fournit de même onze valeurs de $\rho'$. Voici les valeurs approchées des résultats :

| $t^\circ$. | $y_{20}^t$. | $\rho_t'$. | $t^\circ$. | $y_{20}^t$. | $\rho_t'$. |
|---|---|---|---|---|---|
| ° | Cal | Cal | ° | Cal | Cal |
| 155,80 | −41,72 | +4,75 | 144,08 | −33,52 | +20,49 |
| 155,45 | −39,71 | 7,91 | 137,70 | −31,67 | 24,64 |
| 155,45 | −39,50 | 8,14 | 128,00 | −31,17 | 27,65 |
| 153,80 | −39,76 | 9,41 | 121,00 | −32,82 | 27,72 |
| 151,85 | −37,70 | 12,67 | 102,65 | −29,20 | 35,51 |
| 147,80 | −34,48 | 17,95 | 20,00 | 0 | » |

» 1° La courbe $y = \psi(t)$ admet pour la température critique (156°) une tangente parallèle à l'axe des ordonnées; donc la chaleur spécifique de vapeur saturée tend bien vers $-\infty$ pour cette température.

» 2° Cette courbe admet un maximum pour $t = 132°,5$ environ; c'est la température du *deuxième point d'inversion* annoncé dans ma thèse.

» 3° Elle admet aussi un minimum pour $t = 116°$ environ; c'est la température du *premier point d'inversion.*

» 4° Le maximum et le minimum précédents sont séparés par un point d'inflexion vers 124°, température du maximum de la chaleur spécifique de vapeur saturée.

» 5° La courbe $\rho' = \chi(t)$ admet, pour la température critique, une tangente parallèle à l'axe des ordonnées.

» La méthode générale exposée permet donc, au moyen d'une double série d'expériences calorimétriques identiques, *avec un appareil chargé une fois pour toutes*, de résoudre complètement le problème de l'étude calorimétrique d'un corps, et de montrer que *la chaleur spécifique de vapeur saturée, loin d'être une quantité purement spéculative, est susceptible d'une mesure expérimentale directe, simple, et ne pouvant donner lieu à une interprétation douteuse.*

» La discussion complète de la méthode sera donnée dans un Mémoire inséré aux *Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse* [1]. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Détermination du poids moléculaire des liquides.* Note de M. **Ph.-A. Guye**, présentée par M. C. Friedel.

« 1. La connaissance du coefficient critique (rapport de la température critique absolue à la pression critique) et de la réfraction moléculaire, ou même du coefficient critique seul, suffit pour choisir, parmi les divers multiples d'une formule centésimale, celui qui représente la grandeur moléculaire d'un corps à l'état critique [2].

» D'autre part, suivant que ce corps subit, ou ne subit pas, de polymérisation en passant de l'état critique à l'état liquide, la quantité $f$, donnée par l'expression [3]

$$f = \frac{(\log p_c - \log p)}{T_c - T} T, \tag{1}$$

prend des valeurs comprises entre 3,2 et 4,1 dans le premier cas, et entre 2,8 et 3,1 (moyenne 3,06) dans le second cas.

» De là résulte une méthode pour déterminer le poids moléculaire d'un corps non seulement à l'état critique, mais encore à l'état liquide.

» Les mesures de constantes critiques, effectuées par M. Altschul [4] sur plusieurs hydrocarbures, précédemment étudiés par MM. Landolt et Jahn [5] au point de vue de leurs indices de réfraction, fournissent une série d'observations auxquelles cette méthode peut être appliquée.

» 2. Une première manière de déterminer la grandeur moléculaire à l'état critique consiste à faire le rapport de la réfraction moléculaire au coefficient critique. Dans ce but, les réfractions moléculaires ont été d'abord calculées

---

(1) Travail fait au Laboratoire de Physique de la Faculté des Sciences de Toulouse.

(2) Guye, *Ann. Chim. Phys.*, 6e série, t. XXI, p. 211. — *Archives Sc. ph. nat. Genève*, 3e série, t. XXIII, p. 197.

(3) Guye, *Arch. Sc. ph. nat. Genève*, 3e série, t. XXXI, p. 38 et 164. $p_c$ et $T_c$ désignent la pression et la température critique, T une température absolue d'ébullition sous une pression quelconque $p$.

(4) Altschul, *Zeitschr. f. phys. Chem.*, t. XI, p. 505.

(5) Landolt et Jahn, *Zeitschr. f. phys. Chem.*, t. X, p. 302.

(Tableau I, colonne VI) au moyen des données de MM. Landolt et Jahn, en supposant exacts les poids moléculaires (colonne V) déduits des formules des hydrocarbures. Si ces formules sont bien choisies et correspondent aussi aux poids moléculaires à l'état critique, les rapports de la réfraction moléculaire au coefficient critique devront être voisins de 1,8. Ces rapports (colonne VIII) oscillent en effet autour d'une valeur moyenne 1,9, très rapprochée de la valeur 1,8 trouvée précédemment.

Tableau I.

| I. Noms. | II. Formules. | III. Indices $n$. | IV. Densités $d$. | V. Poids moléc. M. | VI. Réfraction moléc. $\frac{n^2-1}{n^2+1}\frac{M}{d}$. | VII. Coefficients critiques $\frac{273+t_c}{p_c}$. | VIII. Rapports $q$. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pentane | $C^5H^{12}$ | 1,3476 | 0,6251 | 72 | 24,63 | 13,8 | 1,7 |
| Hexane | $C^6H^{14}$ | 1,3683 | 0,6445 | 86 | 29,15 | 16,9 | 1,7 |
| Octane | $C^8H^{16}$ | 1,3902 | 0,7074 | 114 | 38,22 | 22,6 | 1,7 |
| Décane | $C^{10}H^{22}$ | 1,4001 | 0,7278 | 142 | 47,30 | 28,3 | 1,7 |
| Benzène | $C^6H^6$ | 1,4777 | 0,8834 | 78 | 24,97 | 11,3 | 2,2 |
| Toluène | $C^7H^8$ | 1,4743 | 0,8707 | 92 | 29,71 | 14,3 | 2,1 |
| Éthylbenzène | $C^8H^{10}$ | 1,4756 | 0,8746 | 106 | 34,16 | 16,2 | 2,1 |
| *o*-Xylène | $C^8H^{10}$ | 1,4838 | 0,8852 | 106 | 34,17 | 17,1 | 2,0 |
| *p*-Xylène | $C^8H^{10}$ | 1,4744 | 0,8659 | 106 | 35,45 | 17,7 | 1,9 |
| *m*-Xylène | $C^8H^{10}$ | 1,4755 | 0,8688 | 106 | 34,38 | 17,3 | 2,0 |
| Propylbenzène | $C^9H^{10}$ | 1,4703 | 0,8659 | 120 | 38,69 | 19,8 | 2,0 |
| Isopropylbenzène | $C^9H^{12}$ | 1,4718 | 0,8663 | 120 | 38,77 | 19,7 | 2,0 |
| Mésitylène | $C^9H^{12}$ | 1,4741 | 0,8649 | 120 | 39,00 | 19,3 | 2,0 |
| Pseudocumène | $C^9H^{12}$ | 1,4835 | 0,8829 | 120 | 39,76 | 19,7 | 2,0 |
| Isobutylbenzène | $C^{10}H^{14}$ | 1,4742 | 0,8716 | 134 | 43,22 | 20,9 | 2,0 |
| Cymène | $C^{10}H^{14}$ | 1,4712 | 0,8619 | 134 | 43,47 | 22,8 | 1,9 |

*N.-B.* — L'indice $n$ est égal au coefficient A de la formule de dispersion de Cauchy $n = A + \frac{B}{\lambda^2}$. Les coefficients critiques sont tirés du Mémoire de M. Altschul.

» Les poids moléculaires des hydrocarbures étudiés par M. Altschul sont donc bien les mêmes à l'état critique qu'à l'état gazeux.

» Les valeurs du rapport $q$ telles qu'elles ont été calculées par M. Altschul sont assez différentes de celles indiquées dans le Tableau I; cela provient de ce que ce savant a adopté pour $n^2$ les valeurs des constantes diélectriques, assez différentes de celles fournies par la formule de Cauchy. Je reviendrai sur ce point dans une publication plus étendue.

» Une seconde manière de déterminer le poids moléculaire à l'état cri-

tique repose sur l'emploi des coefficients critiques. Nous nous bornons à la mentionner.

» Après avoir établi que les poids moléculaires des hydrocarbures sont les mêmes à l'état critique qu'à l'état gazeux, il nous reste à démontrer qu'en passant de l'état critique à l'état liquide, les molécules simples ne forment pas de molécules complexes. A cet effet nous n'avons plus qu'à calculer la quantité $f$ donnée par la relation (1) ci-dessus. Si la valeur de $f$ est comprise entre 2,8 et 3,2, on peut en conclure que le passage à l'état liquide n'entraîne aucune polymérisation; si au contraire elle dépasse 3,2, et dans ce cas elle peut atteindre 4,1, le passage d'un état à l'autre s'effectue avec polymérisation des molécules simples. Le Tableau III montre que l'expérience correspond à la première alternative.

Tableau III.

| | $t_c$. | $t_{(760)}$. | $p_c$. | $f$. |
|---|---|---|---|---|
| Pentane | 187 | 28 | 33,3 | 2,25 |
| Hexane | 234,5 | 68,4 | 30,0 | 3,04 |
| Octane | 296,4 | 123,5 | 25,2 | 3,21 |
| Décane | 230,4 | 157,5 | 21,3 | 3,31 |
| Benzène | 290,5 | 80 | 50,1 | 2,85 |
| Toluène | 320,1 | 110 | 41,6 | 2,95 |
| Éthylbenzène | 346,4 | 134 | 38,1 | 3,03 |
| *o*-Xylène | 358,3 | 143 | 36,9 | 3,03 |
| *p*-Xylène | 344,4 | 138 | 35,0 | 3,08 |
| *m*-Xylène | 345,6 | 138,8 | 35,8 | 3,09 |
| Propylbenzène | 365,6 | 157 | 32,3 | 3,11 |
| Isopropylbenzène | 362,7 | 153 | 32,2 | 3,06 |
| Mésitylène | 367,7 | 182 | 33,2 | 3,22 |
| Pseudocumène | 381,2 | 169,8 | 33,2 | 3,17 |
| Isobutylbenzène | 377,1 | 167 | 31,1 | 3,13 |
| Cymène | 378,6 | 175 | 28,6 | 3,21 |

» Les poids moléculaires des hydrocarbures étudiés par M. Altschul sont donc les mêmes à l'état liquide, à l'état critique et à l'état gazeux.

» MM. Ramsay et Shields [1], qui ont appliqué leur ingénieuse méthode au benzène et à l'octane, sont arrivés, pour ces deux hydrocarbures, aux mêmes conclusions, en ce qui concerne du moins les états liquides et gazeux [2].

---

(1) Ramsay et Shields, *Zeitschr. f. physik. Chem.*, t. XII, p. 433.

(2) Laboratoire de Chimie de l'Université, Genève.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide amylacétique actif et quelques-uns de ses dérivés*. Note de M[lle] **Ida Welt**, présentée par M. Friedel.

« Comme suite à un précédent travail (¹), j'ai entrepris l'étude d'un certain nombre de dérivés amyliques actifs obtenus à partir de l'éther éthylique de l'acide amylacétylacétique.

» Ce dernier a été déjà préparé par MM. Paal et Hoffmann (²) qui l'ont obtenu au moyen du malonate d'éthyle et l'ont décrit comme un corps inactif.

» J'ai préparé cet acide par la méthode de MM. Frankland et Duppa (³), en faisant d'abord réagir l'iodure d'amyle sur le composé sodique de l'éther acétylacétique et en saponifiant ensuite cet éther.

» I. *Éther éthylique de l'acide amylacétylacétique*

$$CH^3.CO.CH(C^5H^{11}).COO.C^2H^5.$$

On sait que ces éthers subissent toujours une certaine décomposition lorsqu'on les distille, mais celle-ci paraît sans grande influence sur le pouvoir rotatoire de l'acide amylacétique obtenu par saponification.

*Pouvoir rotatoire de l'éther éthylique.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| Première fraction : | P. E. = 190°-223°, | $d_{22} = 0,9466$, | $[\alpha]_D = +7,41$ à 22° |
| Deuxième » | » = 223-233, | $d_{22} = 0,9324$, | » = +8,93 » |
| Troisième » | » = 233-250, | $d_{21} = 0,9371$, | » = +6,79 » |
| | | Valeur moyenne.... | $[\alpha]_D = +7,71$ |

» L'iodure d'amyle employé avait un pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = +3,69$ à 20°.

» II. *Acide amylacétique*. — Les trois fractions ci-dessus ont fourni un échantillon moyen distillant 3° environ plus haut que la naphtaline (⁴); son point d'ébullition est donc de 221°.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXIX, p. 743; 1894.
(²) *Ber.*, t. XXIII, p. 1499.
(³) *Ann. Chem. Pharm.*, t. CXXXVIII, p. 388.
(⁴) MM. Paal et Hoffmann indiquent 208°-210°. C'est à peu près ce que j'ai observé (212°-214°), lorsqu'on néglige la correction pour la partie du thermomètre non plongée dans la vapeur.

*Determination polarimétrique.*

$d_{20} = 0,9149$, $\alpha_D = +3,86$ pour $L = 0,5$ à $20°$,
$d_{54} = 0,8902$, $\alpha_D = +3,40$ » $L = 0,5$ à $54°$,

d'où l'on déduit

$$[\alpha]_D = +8,44 \text{ à } 20° \quad \text{et} \quad [\alpha]_D = +7,64 \text{ à } 54°.$$

» M. Gondet a bien voulu répéter aussi pour moi la préparation de cet acide au moyen du malonate d'éthyle, et il a obtenu un acide amylacétique de pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = +8,9$.

» III. *Éthers méthylique et éthylique de l'acide amylacétique.* — Ces éthers ont été préparés en chauffant directement l'acide avec l'alcool, après avoir ajouté deux ou trois gouttes d'acide sulfurique concentré. On a opéré dans les deux cas avec l'alcool absolu.

| | | Pression moyenne à Genève. |
|---|---|---|
| L'éther métallique passait à...... | 158°-164° | H = 727. |
| » éthylique » ...... | 173°-179° | |

*Déterminations polarimétriques.*

» *Éther méthylique :*

$d_{25} = 0,8764$, $\alpha_D = +2,94$ pour $L = 0,5$ à $25°$,
$d_{61} = 0,8449$, $\alpha_D = +2,47$ pour $L = 0,5$ à $75°$,

d'où l'on déduit

$$[\alpha]_D = +6,71 \text{ à } 25° \quad \text{et} \quad [\alpha]_D = +5,92 \text{ à } 75°.$$

» *Éther éthylique :*

$d_{21} = 0,8644$, $\alpha_D = +2,88$ pour $L = 0,5$ à $21°$,
$d_{72} = 0,8250$, $\alpha_D = +2,42$ » à $72°$,

d'où l'on déduit

$$[\alpha]_D = +6,66 \text{ à } 21° \quad \text{et} \quad [\alpha]_D = +5,87 \text{ à } 72°.$$

» IV. *Méthylhexylcétone* $CH^3.CO.CH^2.C^5H^{11}$. — Lorsqu'on saponifie par la potasse l'éther amylacétylacétique, on obtient une assez grande quantité d'un produit insoluble dans la potasse que l'on peut facilement isoler par extraction à l'éther. Ce dernier, soumis à la distillation, donne :

» 1° De la méthylhexylcétone, passant à 163°-174° (la plus grande partie à 167°-168°), répondant à la formule

$$\begin{matrix} CH^3 \\ C^2H^5 \end{matrix} \!\!>\! C \!<\!\! \begin{matrix} H \\ CH^2.CH^2.CO.CH^3 \end{matrix};$$

» 2° Un liquide très sirupeux passant au-dessus de 300°.

» Cette dernière portion a été encore fractionnée et l'on a recueilli deux parties : l'une distillant à 310°-330°, l'autre à 330°-370°. Ces corps n'ont pas été étudiés d'une façon complète : ils sont tous deux actifs. Les pouvoirs rotatoires mesurés sur des solutions benzéniques sont $[\alpha]_D = +8,29$ pour le premier, et $[\alpha]_D = +9,03$ pour le deuxième.

» La fraction 330°-370° analysée a, à peu près, la composition d'un corps répondant à la formule $\begin{matrix} CH^3 \\ C^5H^{11} \end{matrix}\!\!>\!C = CH-CO-C^5H^{11}$, ce qui en ferait un homologue de l'oxyde de mésityle :

| | Trouvé. | Théorie pour $C^{14}H^{26}O$. |
|---|---|---|
| C................ | 79,46 | 80,00 |
| H................ | 12,02 | 12,38 |

» Cette interprétation paraît justifiée d'abord par le mode de formation et, en second lieu, par le fait que l'ébullition prolongée avec l'acide sulfurique très étendu décompose partiellement ce produit en régénérant une petite quantité de méthylhexylcétone. Cependant cette manière de voir demande une confirmation.

» *Pouvoir rotatoire de la méthylhexylcétone :*

$$d_{19} = 0,8174, \quad \alpha_D = +2,07 \quad \text{pour } L = 0,5 \text{ à } 21°,$$
$$d_{57} = 0,7893, \quad \alpha_D = +1,74 \quad \text{»} \quad \text{à } 57°,$$

d'où l'on déduit

$$[\alpha]_D = +5,06 \text{ à } 21° \quad \text{et} \quad [\alpha]_D = +4,41 \text{ à } 57°.$$

» V. *Alcool secondaire méthyl-hexyl-carbinol* $CH^3.CHOH.CH^2C^5H^{11}$. — Cet alcool a été obtenu en faisant réagir du sodium en excès sur la solution alcoolique de la cétone. Il passe à 167°-174°.

» *Pouvoir rotatoire :*

$$d_{21} = 0,8174, \quad \alpha_D = +3,84 \quad \text{pour } L = 1 \text{ à } 24°,$$

d'où

$$[\alpha]_D = +4,69 \text{ à } 24°.$$

» *Conclusions.* — Le principal résultat de ces expériences est relatif aux éthers de l'acide amylacétique. Si l'on calcule les valeurs du produit d'asymétrie des éthers méthylique et éthylique, on trouve des nombres décroissants; il en est de même des pouvoirs rotatoires :

| | $[\alpha]_D$. | $P \times 10^6$. |
|---|---|---|
| Amylacétate de méthyle... | +6,71 | 375 |
| Amylacétate d'éthyle...... | +6,66 | 343 |

» On ne peut donc rencontrer dans cette série un éther à pouvoir rotatoire maximum; le premier terme est déjà sur la branche descendante de la courbe ([1]). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les campholènes et sur la constitution du camphre.* Note de M. **A. Béhal**, présentée par M. Friedel.

« L'acide campholénique que j'ai décrit dans ma précédente Note ([2]) perd de l'acide carbonique et donne un campholène à odeur de térébenthine; ce campholène bout exactement à 135°,5 sous $755^{mm}$; sa densité à 0° est de 0,8134; il ne possède pas de pouvoir rotatoire. Il fixe l'acide iodhydrique en dégageant de la chaleur, et donne un composé cristallisé fondant en tube fermé vers 61°. Il est extrêmement altérable et perd peu à peu de l'acide iodhydrique à l'air et instantanément en présence de l'eau. Lavé avec un alcali, il ne régénère pas le carbure primitif, mais un isomère. Celui-ci, que je désigne sous le nom d'*isocampholène*, bout à 134°; sa densité à 0° est de 0,8117; il régénère par l'action de l'acide iodhydrique le même iodhydrate de campholène qui lui a donné naissance. Ces caractères permettent de l'identifier au campholène obtenu par M. Guerbet, avec l'acide campholique. Ces deux campholènes sont remarquables par la fixité de leurs points d'ébullition. La transformation de l'un en l'autre est intégrale sans traces de produits accessoires. Le faible écart entre les points d'ébullition et les densités pourrait paraître insuffisant pour établir leur isomérie; j'ai pensé à l'appuyer par des faits expérimentaux que je développerai tout à l'heure. Voyons d'abord ce que l'on sait de la constitution du campholène.

» M. Guerbet, dans un travail très remarquable (*Ann. Phys. et Chim.*, 1894), a montré que la formation de tribromopseudocumène et celle d'hexahydropseudocumène, en partant du campholène, conduisent à le considérer comme un dérivé tétrahydrogéné du triméthylbenzène 1.3.4; seulement, dans le campholène, on ne connaît pas la position de la fonction éthylénique. Or, l'existence de deux campholènes va jeter un nouveau jour sur la position de cette double liaison. En effet, celle-ci peut intéresser soit un groupe méthyle et donner naissance à un groupement méthylénique $CH^2$, soit exister entre deux carbones du noyau.

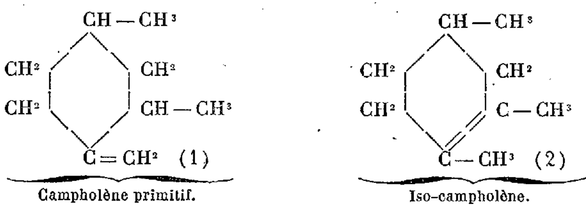
---

([1]) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'Université de Genève.

([2]) Je pense que cet acide campholénique n'est pas identique à celui de MM. Kachler et Spitzer, Goldschmidt et Zürrer, mais l'est peut-être à celui de M. Thiel.

» Je me suis proposé de démontrer que le campholène primitif possède sa fonction éthylénique dans une chaîne latérale, tandis que l'isocampholène la possède dans le noyau.

» Représentons, pour fixer les idées, par un schéma, ces deux hypothèses :



Campholène primitif. Iso-campholène.

» Si la formule (1) est exacte, l'action du brome donnera un bibromure ayant un atome de brome fixé à un atome de carbone primaire pouvant fournir une fonction alcool primaire. Le schéma (2), au contraire, ne permet que la formation de dérivés tertiaires, ne se prêtant pas facilement à l'obtention d'éthers acétiques.

» Or, si l'on verse dans du brome dissous dans le chloroforme sec [1], refroidi dans la glace et le sel, du campholène dissous dans le chloroforme pur et sec, le brome est décoloré quand on a versé sensiblement la moitié d'une molécule de campholène; celui-ci fixe donc $Br^4$. Ce résultat imprévu est dû à ce fait que le premier bromure formé perd H Br et fixe de nouveau $Br^2$. J'ai donc abandonné momentanément cette étude et j'ai pris une autre voie.

» On sait que le chlorure de nitrosyle réagit sur les hydrures benzéniques possédant une fonction éthylénique dans le noyau, en donnant de beaux composés bleus cristallisés et ne donne rien avec les corps possédant des fonctions éthyléniques en dehors de ce noyau.

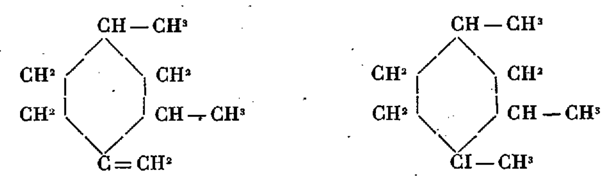
» Or, tandis que l'isocampholène donne un beau produit bleu cristallisé, le campholène primitif, traité dans les mêmes conditions, ne donne rien. J'ai utilisé pour la formation de ces composés la méthode indiquée par M. Maquenne (*Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XXVIII, p. 271).

» Cette réaction, quoique n'étant pas tout à fait décisive, tend bien à démontrer que la liaison éthylénique est latérale dans le campholène.

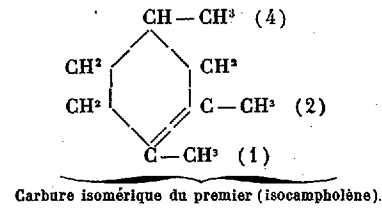
» Supposons qu'il en soit ainsi et voyons si ses réactions sont d'accord

(1) On opère ainsi pour éviter l'isomérisation du campholène, qui peut être produite par l'acide bromhydrique, se formant toujours en petite quantité dans de telles réactions.

avec cette hypothèse. Le campholène fixe l'acide iodhydrique; l'iode, comme c'est la règle, se fixe au carbone le moins hydrogéné et donne




» Or, si l'on enlève de l'acide iodhydrique à ce composé, l'iode va s'en aller avec l'atome d'hydrogène du carbone voisin le moins hydrogéné; il va donner le corps suivant :




Carbure isomérique du premier (isocampholène).

» Or, celui-ci fixe de l'acide iodhydrique; l'iode allant au carbone le moins hydrogéné, il y a ici deux positions possibles, mais, la position méta se refusant généralement à la substitution, l'iode se placera en position para et le dérivé iodé sera identique au dérivé iodé du carbure primitif, ce qui explique que le campholène et l'isocampholène donnent le même dérivé iodé, ainsi que le montre l'expérience.

» La constitution du campholène étant établie [1] et l'acide campholénique étant un acide campholène-carbonique, on peut se demander où se trouve le groupement fonctionnel acide.

» Il est vraisemblable qu'il se trouve fixé au groupe méthylène; les raisons qui militent en faveur de cette supposition sont :

» 1° Sa facile décomposition. On sait que l'acide cinnamique, corps de constitution semblable ayant une fonction acide greffée sur une fonction éthylénique, perd facilement de l'acide carbonique;

» 2° La formation d'une lactone bouillant à 255° sous $760^{mm}$;

---

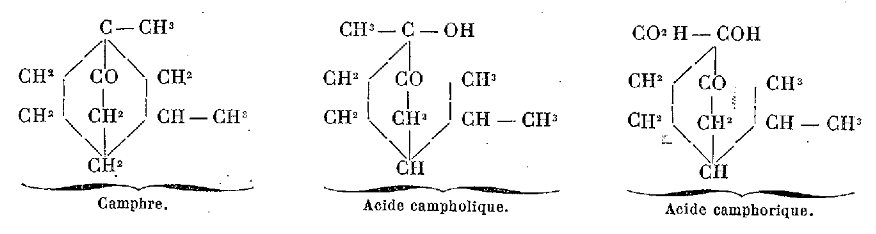
[1] Ici, on a supposé d'emblée que le méthylène était en position para et en position ortho par rapport aux groupements méthyles. Je puis donner aujourd'hui les faits qui appuient cette manière de voir; dans le campholène, la position méthylénique n'est pas en position (4), car, dans l'acide campholénique, la fonction acide ne serait pas au voisinage de la fonction éthylénique, ce qui est nécessaire, cet acide donnant avec la plus grande facilité une lactone, comme je l'ai trouvé; elle n'est pas non plus en position (2), car on ne comprendait plus la formation du cymène.

» 3° L'histoire tout entière du camphre. Nous allons le montrer rapidement. Le camphre a sa fonction cétonique dans un noyau dérivé du benzène; tout le monde semble d'accord là-dessus. Or, la fonction acide de l'acide campholénique a été créée à l'endroit même de cette fonction cétonique qui a disparu en même temps que l'acide s'est formé; comme c'est un acide vrai, il y a eu rupture du noyau; comme, d'autre part, l'acide campholénique possède lui aussi d'une façon certaine un noyau hexagonal, il en découle forcément que le camphre possède un double noyau hexagonal et doit répondre, d'après ce que nous venons d'établir, à la formule

$C-CH^3$
$CH^2$ $CO$ $CH^2$
$CH^2$ $CH^2$ $CH-CH^3$
$CH$

Cette formule présente le camphre comme un corps saturé, et cela est vrai; en effet, si au lieu de considérer le camphre on prend le camphol, alcool correspondant, pour éviter la fonction cétonique pouvant laisser une ambiguïté sur la saturation, on trouve qu'il est saturé; du reste si le camphre possédait une fonction éthylénique, l'acide campholénique, à moins qu'il n'y eût une nouvelle fermeture de chaîne, devrait en posséder deux, la saturation des extrémités de la chaîne rompue exigeant deux atomes d'hydrogène, qui ne peuvent être fournis que par la création d'une fonction éthylénique.

» Cette formule a, du reste, l'avantage de pouvoir expliquer simplement la formation de dérivés disubstitués ou trisubstitués du benzène. Elle cadre avec la formule de l'acide camphorique, qui semble établie avec certitude par les travaux de M. Friedel, et avec celle de l'acide campholique, qui a été à peu près démontrée par M. Guerbet. Les schémas suivants montrent cette triple relation :



Camphre. Acide campholique. Acide camphorique.

» Elle fait voir enfin comment, d'un dérivé du triméthylbenzène 1, 3, 4, on peut passer à un dérivé du méthylisopropylbenzène 4. Je terminerai en faisant remarquer que cette formule a été proposée par M. Bouveault.

» Je continue d'étudier le produit de la déshydratation de la camphoroxime, qui est complexe, les bromures de campholène et l'acide isocampholénique, et je tente une synthèse partielle du camphre en déshydratant l'acide dihydrocampholénique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur l'oxydation des alcools par la liqueur de Fehling.* Note de M. **Fernand Gaud.** (Extrait.)

« Les alcools, quels qu'ils soient, ne réagissent pas sur la liqueur de Fehling dans les conditions ordinaires et il faut opérer en tube scellé, à une température supérieure à 100°, pour observer une réduction.

» Les expériences dont j'expose ici les résultats ont été faites en deux séries différentes : en opérant d'abord avec excès d'alcool, puis avec excès de réactif. Dans le premier cas, on a toujours pris volume égal des deux corps ; dans le second, le volume du réactif était égal aux deux tiers du volume total ; en outre, la température a été portée à 240° pendant six heures, au lieu de 120° pendant une heure, durée des premiers essais.

» *Alcool éthylique.* — I. Le mélange à parties égales est décoloré au bout d'une heure et de l'oxydule cristallisé se précipite. Le liquide contient de l'alcool non modifié, de l'aldéhyde et de l'acide acétique sous forme d'acétate de potassium.

» II. L'excès de réactif, combiné à une élévation de température suffisamment prolongée, modifie ces résultats : il se forme une petite quantité d'acétate cuivrique qui est dissocié en oxydule cuivreux et acides carbonique et acétique, au bout de cent heures de chauffe. Si l'on arrête la réaction au bout de six heures, on ne trouve que de l'acétate de potassium avec une petite quantité d'acétate de cuivre. A aucun moment, on ne trouve d'aldéhyde à l'état de liberté, lorsque l'oxyde de cuivre est en quantité suffisante ; quand l'oxyde est insuffisant, par suite d'excès d'alcool, une partie de l'aldéhyde demeure non modifiée.

» *Alcool méthylique.* — I. Employé en excès, cet alcool donne de l'aldéhyde formique et du formiate de potasse ; la marche de la réaction est identique à celle de l'alcool éthylique.

» II. Si l'alcool est en assez petite quantité pour pouvoir être transformé tout entier en aldéhyde, puis en acide formique, il se produit du formiate de cuivre qui, au bout de six heures, se trouve dissocié en acide carbonique salifié par l'alcali, à mesure de sa formation, et acide formique.

» *Alcool propylique.* — I. Les produits d'oxydation de cet alcool pris

en excès sont constitués par de l'aldéhyde propionique et du propionate de potassium.

» II. Dans la seconde série d'expériences, la présence de l'aldéhyde n'est plus manifestée dès le début, et, jusqu'à la centième heure d'une chauffe de 240°, on ne trouve que du propionate de potassium. Au bout de deux cents heures, on peut séparer un nouvel acide plus oxygéné, en petite quantité, qui nous a paru être l'acide lactique sous ses deux formes isomériques.

» L'oxydule cuivreux obtenu dans ces expériences s'est toujours présenté sous forme de cristaux cubiques et octaédriques très brillants, de couleur violet-rouge. Le cuivre métallique était en cristaux microscopiques, formés par des prismes terminés par des pyramides quadrangulaires. »

ZOOLOGIE. — *Observations biologiques faites sur le Criquet pèlerin* (Schistocerca peregrina, *Olivier*) *pendant les invasions de* 1891, 1892 *et* 1893 *en Algérie. — Pariade et accouplements répétés. — Pluralité des pontes*. Note de M. **J. Künckel d'Herculais**, présenté par M. Perrier.

« Il est dit dans les Hadis (¹), d'après le témoignage du calife Ibn Omar, qu'une Sauterelle tomba un jour aux pieds de Mahomet et que, sur ses ailes étalées, le Prophète put lire les mots suivants, écrits en langue hébraïque : « Nous sommes les légions du Dieu suprême; nous portons » 99 œufs; si nous en avions 100, nous dévorerions le monde entier (²). »

» Ces paroles sacrées se sont transmises d'âge en âge et personne, musulman ou chrétien, n'a songé à contrôler l'assertion de Mahomet. Les naturalistes ont recueilli pieusement la légende et nous l'ont transmise; ceux qui, témoins des invasions, ont été en situation de faire des observations, l'ont reproduite, en lui octroyant un véritable cachet d'authenticité ; ils lui donnèrent la précision qui lui manquait, en ajoutant que les Sauterelles n'émigrent que pour se reproduire et mourir, couvrant de leurs cadavres les lieux où elles ont pondu (Peysonnel, 1725; G.-A. Olivier, de

---

(¹) Les *Hadis, Hadits* ou *Hadith* (prononcez l'*s* comme le *th* anglais) sont les paroles mémorables de Mahomet recueillies par ses disciples et transmises par la tradition.

(²) Damiri, *Hayat el Hayaouân* ou *Histoire naturelle des animaux*. — *El Moustatref* ou Recueil de faits intéressants (*Miscellanea*), t. II. p. 129. — O. Houdas, *El Djerad*, dans *El Djerad ou les Sauterelles en Algérie*, Paris, 1888, p. 19.

l'Institut, 1801-1807; Dr Guyon, 1845; O. Mac Carthy et Raimbaud, 1849; Dr A. Maurin, Péron, de Bourilhon, 1866; Come, 1867; colonel Lacombe, 1873, etc.; dans leurs réponses au questionnaire adressé par le Gouvernement général de l'Algérie en 1877, plus de la moitié des témoins des invasions de 1866, 1874 et 1877 ont soutenu que les Sauterelles mouraient après la ponte). Ils sont rares ceux qui ont avancé que les Criquets pèlerins survivaient à l'acte de la procréation (Olivier, de Bône, 1866; A. Durand, 1878). La croyance à la mort immédiate ou rapide après l'accouplement et la ponte était donc répandue en Algérie comme dans toute l'Afrique et dans tout l'Orient, partout où prédomine la religion musulmane.

» Lorsque, le 16 mai 1891, à la Société d'Agriculture d'Alger (1), j'annonçai d'abord que, contrairement à l'opinion accréditée, les Criquets pèlerins ne mouraient pas après la ponte, qu'ils s'appariaient et s'accouplaient de nouveau, puis, en second lieu, que les femelles, un certain temps écoulé, étaient susceptibles d'effectuer une nouvelle ponte, je rencontrai bien des sceptiques; et cependant les Criquets capturés par moi à Biskra le 26 mars, appariés et accouplés nombre de fois, avaient fait une première ponte le 26 avril, puis, à la suite de rapprochements sexuels répétés, avaient déposé en terre une seconde ponte le 14 mai, c'est-à-dire au bout de dix-huit jours. Mais, lorsque, le 18 septembre 1891, au Congrès tenu à Marseille par l'Association française pour l'avancement des Sciences (2), je fis connaître que ces mêmes femelles avaient enfoui dans le sol quatre pontes, séparées par des intervalles de quinze, dix-huit ou vingt jours, ceux qui avaient révoqué en doute la véracité de mes assertions, commencèrent à admettre que je pouvais avoir raison. On s'effrayait toutefois en pensant que mes observations, bouleversant toutes les idées reçues, démontraient que ce n'était plus 50, 60, 70, 80 à 99 œufs qu'une femelle déposait en terre, mais que c'était le double, le triple, le quadruple même; les invasions prenaient alors un caractère de gravité exceptionnelle.

» Ces premières études, tout en fournissant la preuve de la pluralité des pontes des *Acridium* (*Schistocerca*) *peregrinum*, étaient loin de nous renseigner sur le nombre de pontes qu'ils déposaient pendant leur existence; on ignorait d'ailleurs la durée de leur vie. Il était nécessaire de reprendre

(1) *La Dépêche algérienne*, n° 2111, 19 mai 1891. — *Bulletin de la Société d'Agriculture d'Alger*, 34e année, n° 103, p. 46.

(2) *Association française pour l'avancement des Sciences*, 20e session, Congrès de Marseille; Paris, 1891, p. 241

les investigations en suivant le cycle évolutif complet d'une génération.

» J'élevai donc, à Alger, les Criquets éclos de quelques-unes de ces pontes, déposées au mois de mai 1891 dans le sable des cages où je tenais les couples prisonniers; les Criquets éclos le 24 juin firent leur sixième et dernière mue les 31 juillet, 1er, 2 et 3 août; les jeunes éclos le 25 juin accomplirent leur métamorphose du 2 au 7 août; ceux qui sortirent de l'œuf le 26 et le 27 juin terminèrent leur évolution du 8 au 9 août. Après avoir subi les changements de coloration successifs dont nous avons déjà entretenu l'Académie (1), ayant pris la teinte terre de Sienne, ils commencèrent à s'apparier et à s'accoupler à partir du 31 août et des premiers jours de septembre. J'isolai alors 10 couples, gardant dans deux cages distinctes une réserve d'animaux continuant à vivre en société comme à l'état de nature. Dès que les couples eurent pris la teinte jaune vif après des accouplements répétés, la ponte commença. Une première ponte eut lieu du 18 septembre au 2 octobre, une seconde du 3 au 16 octobre, une troisième du 18 au 28 octobre; une quatrième du 29 octobre au 16 novembre; les pontes, séparées d'abord par un intervalle de 12, 13, 14, 15 jours, s'espacèrent pendant la mauvaise saison; trois couples sucombèrent; les couples restant ne firent qu'une ponte en décembre et en janvier, mais en février 1892 ils en firent deux, en mars deux ou trois, en avril trois, enfin les dernières femelles moururent du 1er au 23 mai. En résumé, certaines femelles, dans l'intervalle de 7 mois et demi, de 8 et de 11 mois, comptés du jour de la métamorphose, ont déposé 8, 9 et jusqu'à 11 pontes.

» Ces observations fixent tout d'abord la durée de la vie de chaque génération de Criquets pèlerins; en effet, les vols provenant des individus qui s'étaient développés en Algérie pendant le printemps et l'été de 1891 avaient quitté le nord de l'Afrique pour hiverner par delà le Sahara, refluaient dans les premiers mois de 1892 vers l'extrême Sud, les Hauts-Plateaux et même le Tell, s'accouplant et pondant sur tous les territoires qu'ils traversaient, alors que ceux que j'avais conservé en captivité s'accouplaient aussi et pondaient également. Mais, en arrivant sur le littoral, ces vols ne renfermaient souvent plus que des individus affaiblis par les parasites animaux ou végétaux, parvenus presque au terme de leur carrière, et qui venaient pour la plupart confier à son sol leurs dernières grappes

---

(1) *Le Criquet pèlerin* (SCHISTOCERCA PEREGRINA Ohr) *et ses changements de coloration.* — Rôle des pigments dans les phénomènes d'histolyse et d'histogenèse qui accompagnent la métamorphose (*Comptes rendus,* 1er février 1892).

d'œufs pour mourir ensuite; ceci nous donne la clef de la croyance à la mort des Sauterelles après la ponte.

» Enfin, les études que nous avons entreprises démontrent que les paroles attribuées au Prophète et base de la tradition ne sont pas l'expression de la vérité; car, un mois, un mois et demi après la métamorphose, les Criquets pèlerins sont en état de s'accoupler et de se reproduire, pouvant, suivant les conditions de lumière, de température et suivant les ressources alimentaires, confier au sol leurs pontes tous les 12, 15 ou 18 jours; d'après mes calculs faits à Biskra, en mars 1891, et vérifiés depuis en 1892 et 1893, chaque grappe d'œufs contient de 50 à 80, 90 œufs, soit en moyenne 70 œufs : une femelle peut donc normalement pondre de 500 à 900 œufs.

» De ces constatations scientifiques découle un enseignement pratique, c'est qu'il faut, en Algérie comme en Tunisie, donner à l'autorité militaire, en territoire de commandement, et aux administrateurs ou aux contrôleurs, en territoire civil, dans les communes limitrophes, tous les moyens d'exterminer, dans la mesure du possible, les premiers vols dès leur apparition pendant la pariade, l'accouplement et la ponte. »

ZOOLOGIE. — *Sur les essaims du Termite lucifuge.* Note de M. **J. Pérez**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Les essaims de Termites se voient fréquemment à Bordeaux quand le temps est favorable ; les sexués s'échappent en foule de l'orifice de sortie du nid et prennent aussitôt leur essor. Leur vol est faible, mais leurs grandes ailes donnent facilement prise au vent, qui les emporte et les disperse au loin. Le froid, même par un beau soleil, contrarie l'essaimage et le ralentit. Un mauvais temps y met obstacle et peut le retarder de plusieurs jours.

» La sortie commence d'ordinaire vers $10^h$ du matin et se termine vers midi ou $1^h$. Très abondante au début, elle ne se fait plus ensuite que par petits groupes ou par individus isolés.

» L'époque de l'essaimage est fort variable, et l'émission n'est pas unique pour un même nid.

» En 1893, une termitière dont le gîte m'est connu depuis plusieurs années, après un premier essaim fort abondant, sorti le 20 avril, en donna un second beaucoup moindre le 23 du même mois. Les 12 et 15 mai suivants, deux nouvelles émissions se produisirent encore. Cette année, le

même nid a essaimé pour la première fois le 29 avril, puis le 9 et le 12 mai, et une dernière fois le 3 juin. Le 19 du même mois, un essaim très nombreux sortait d'un autre nid, situé dans la même rue, à $50^{m}$ ou $60^{m}$ du premier.

» On peut se demander si, dans un même nid, les différents essaims représentent la progéniture ailée d'autant de reines distinctes, ou s'ils ne résultent pas simplement du développement successif et non simultané des individus ailés nés d'une même mère. La seconde hypothèse me paraît la plus raisonnable; mais je ne saurais, quant à présent, l'établir sur des faits indiscutables.

» Lespès avait supposé que la sortie des essaims, chez le Termite de Bordeaux, devait se faire dans la première quinzaine de juin. De Quatrefages, se fondant sur des observations incomplètes de Bobe-Moreau, pensait qu'à Rochefort l'essaimage se produisait près de deux mois plus tôt, et il voyait dans cette différence d'évolution une preuve incontestable de différence spécifique entre les Termites des deux localités. L'observation de l'essaimage en mai et juin, à Rochefort comme à Bordeaux, réduit cette preuve à néant. Il n'est pas inutile de rappeler que M. Blanchard n'a pu trouver aucun caractère distinctif entre les ouvriers et soldats des deux provenances. Ils sont absolument identiques, et j'en puis dire autant des individus ailés des essaims.

» Le Termite de Bordeaux et des landes de Gascogne est donc le même que celui de la Charente. S'il ne s'est pas signalé par les mêmes désastres, il faut l'attribuer uniquement à un ensemble de circonstances moins favorables, surtout à une sécurité plus longtemps prolongée des colonies du second. L'un comme l'autre sont fort lents dans leurs travaux et mettent un temps considérable à produire des dégâts d'une certaine gravité. Mais ils ne sont pas toujours négligeables, à Bordeaux même; et, sans parler de nombreuses maisons particulières, la Mairie, l'Hôtel de la Douane et, plus récemment, la Préfecture, ont subi des réparations assez importantes, rendues nécessaires par le fait des Termites.

» Malgré le nombre énorme de sexués qui périssent peu après la sortie du nid, l'essaimage est un très puissant moyen de dissémination. Il explique l'existence si fréquente de colonies dans les parties supérieures des édifices, où, cependant, elles ne trouvent que rarement des conditions favorables; dans des pieux isolés, des échalas; dans les clôtures, dans toute sorte de bois en contact avec le sol. Beaucoup de colonies sont fondées, mais peu sont durables.

» Les essaims révèlent la présence de colonies que souvent, pendant de longues années, aucun autre indice ne trahit à l'extérieur. Dès que l'existence d'une termitière est dévoilée par la sortie des ailés, il serait urgent de l'attaquer sans retard, surtout d'en rechercher la pondeuse, afin de n'avoir pas dans la suite à réparer de plus graves dommages. Malheureusement, les essaims échappent à l'attention du public, qui n'y voit que des *fourmis ailées*, et ignore absolument leurs rapports avec les Termites des boiseries, que très peu de gens connaissent sous le nom de *fourmis blanches*, sans soupçonner d'ailleurs leurs méfaits. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'assimilation des nitrates par les végétaux.* Note de M. **Demoussy**, présentée par M. Dehérain.

« J'ai montré, dans une Note précédente [1], que les nitrates sont retenus en nature dans les plantes par le protoplasma vivant; en effet, lorsqu'on altère ce protoplasma par la chaleur ou par l'action des vapeurs de chloroforme, le nitrate, contenu dans les cellules et qui, jusque-là, résistait à l'action de l'eau froide, s'y dissout avec une extrême facilité, probablement par suite d'une modification des propriétés osmotiques du suc protoplasmique. Cette immobilisation des nitrates dans la cellule vivante conduit à expliquer leur absorption, conformément à la théorie de l'assimilation des matières minérales énoncée, il y a plus de vingt-cinq ans, par mon savant maître, M. Dehérain.

» Il était utile de soumettre cette manière de voir à une nouvelle vérification. S'il est vrai que c'est l'immobilisation des nitrates dans le sac protoplasmique qui détermine leur absorption, nous devions trouver qu'une dissolution étendue baignant les racines de jeunes plantes devait s'appauvrir, c'est-à-dire que le sel devait être pris en plus forte proportion que l'eau. Nous devions, en outre, retrouver en nature ces nitrates dans les plantes qui s'en étaient saisies, et voir enfin leur absorption croître avec l'abondance du protoplasma dans les plantes mises en expérience.

» Pour réussir à observer le premier fait, il convient d'employer des solutions de faible concentration et de volume restreint, afin que la quantité de sel prise par les plantes soit une fraction notable de la quantité totale qui leur est offerte.

---

[1] *Comptes rendus*, 8 janvier 1894.

» MM. Berthelot et André ayant montré que le nitrate de potasse se rencontre dans tous les végétaux, c'est ce sel qui a été choisi tout d'abord. Les expériences ont porté sur diverses plantes.

» Les nombres suivants se rapportent à une culture de Colza (375 plantes) dont les racines plongeaient dans 100<sup>cc</sup> d'une solution de nitrate de potasse, renfermant 20<sup>mgr</sup> d'azote nitrique.

| Dates des analyses de la solution de nitrate. | Volume de bioxyde d'azote fourni par $50^{cc}$ de liquide. | Poids d'azote contenu dans $50^{cc}$ de liquide. | Poids d'azote pris par les plantes dans l'intervalle des analyses. | Poids d'azote pris par les plantes en moyenne par jour. |
|---|---|---|---|---|
| | cc | mg | mg | mg |
| 23 mai (début)..... | 16,0 | 10 | | |
| 24 » ............ | 13,5 | 8,5 | 3,8 | 3,8 |
| 25 » ............ | 10,0 | 6,3 | 4,3 | 4,3 |
| 26 » ............ | 8,0 | 5,0 | 3,4 | 3,4 |
| 29 » ............ | 2,9 | 1,8 | 5,5 | 1,8 |
| 30 » ............ | 2,0 | 1,2 | 1,3 | 1,3 |

» Le 30 mai, la solution est à peu près épuisée; pendant cette première période, les plantes ont absorbé $26^{cc}$ d'eau et $18^{mgr},3$ d'azote nitrique; si elles avaient pris le sel en même raison que l'eau, elles n'auraient absorbé que $5^{mgr},2$ d'azote; le nitrate a donc été soustrait à sa dissolution, ce qui démontre la première de nos propositions.

» Le 30 mai, on a remplacé l'ancienne dissolution par une dissolution neuve, on a obtenu les résultats suivants :

| Dates des analyses de la solution de nitrate. | Volume de bioxyde d'azote fourni par $50^{cc}$ de liquide. | Poids d'azote contenu dans $50^{cc}$ de liquide. | Poids d'azote pris par les plantes dans l'intervalle des analyses. | Poids d'azote pris par les plantes en moyenne par jour. |
|---|---|---|---|---|
| | cc | mg | mg | mg |
| 30 mai (début)... | 16,0 | 10,0 | | |
| 2 juin.......... | 10,2 | 6,4 | 7,8 | 2,6 |
| 5 » .......... | 8,4 | 5,0 | 3,9 | 1,3 |
| 7 » .......... | 8,5 | 5,0 | 0,8 | 0,4 |
| 9 » .......... | 9,9 | 6,2 | traces | traces |
| 11 » .......... | 11,6 | 7,3 | 0 | 0 |

» On exagère alors l'évaporation et l'on trouve le lendemain :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 12 juin.......... | 16,9 | 9,9 | 0 | 0 |

» Du 30 mai au 7 juin, les plantes ont absorbé $30^{cc}$ d'eau et $12^{mg},5$ d'azote; elles ont donc encore pris pendant cette période plus de sel que

d'eau, car, avec les $30^{cc}$ absorbés, elles n'auraient dû prendre que $6^{mg}$ d'azote. A partir du 7 juin, le phénomène se renverse, et bien que, jusqu'au 11, les plantes aient encore pris $10^{cc}$ d'eau, elles n'ont plus absorbé de quantités appréciables de nitrate; du 11 au 12 juin, on a favorisé l'évaporation en enlevant la cloche sous laquelle jusque-là les jeunes plantes étaient maintenues; l'évaporation a été de $25^{cc}$ et, cependant encore, aucune trace de nitrate n'a été prise.

» Il devenait dès lors probable que si les nitrates ne pouvaient plus pénétrer, c'est qu'ils se trouvaient en nature dans les plantes en quantité telle qu'ils opposaient un obstacle absolu à une nouvelle diffusion et à une nouvelle absorption.

» En effet, la composition de la récolte comparée à celle des graines a montré que plus de la moitié de l'azote nitrique entré dans les plantes, $18^{mg}$ sur $31^{mg}$, y existait encore en nature, l'autre portion étant passée à l'état de matière albuminoïde. Ainsi tombe l'hypothèse qui se présentait naturellement à l'esprit : la transformation de l'azote nitrique n'est pas la cause dominante de son absorption; sans doute, cette transformation est la fin dernière de l'azote nitrique absorbé, mais elle est précédée par l'immobilisation des nitrates dans les cellules.

» Nous trouvons une nouvelle preuve à l'appui de cette manière de voir dans les faits suivants.

» Tandis que les plantes provenant des petites graines telles que celles de colza, de trèfle, contenant une faible quantité de matière azotée, n'absorbent que peu de nitrate, que, par exemple, cent jeunes plantes de colza prennent $9^{mg}$ d'azote nitrique, et cent jeunes plantes de trèfle en saisissent $6^{mg}$, il en est tout autrement pour des végétaux provenant de graines de grosses dimensions; c'est ainsi que l'on a trouvé que cent jeunes maïs se sont emparés de $400^{mg}$ d'azote nitrique.

» Pour bien démontrer, au reste, que cette absorption était réglée par l'abondance du protoplasma, des graines de maïs germées furent privées de leurs cotylédons de façon à enlever les réserves qu'ils contiennent; les plantes continuèrent à vivre et furent placées dans une solution de nitrate de potasse; lorsque l'absorption cessa, on trouva que cent plantes n'avaient pris que $31^{mg}$ d'azote nitrique.

» Ainsi, nous voyons que l'absorption est en raison de l'abondance de la matière azotée contenue dans les jeunes plantes ou dans leurs réserves; tandis que si l'azote nitrique avait été employé directement à la formation

d'albuminoïdes nécessaires à la croissance des plantules, son absorption aurait été d'autant plus active que ces albuminoïdes auraient fait défaut plus complètement.

» Dans une nouvelle Note que j'aurai l'honneur de présenter prochainement à l'Académie, je montrerai l'influence exercée sur l'assimilation de l'acide nitrique par la nature de la base avec laquelle il est uni. »

M. **D. Nanu** adresse, de Bucharest, une Note relative aux conditions mécaniques qui interviennent dans les mouvements de chute de certains animaux, quand ils sont précipités d'un lieu élevé.

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. M. B.

---

## BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 12 novembre 1894.

*Bulletin des Sciences mathématiques,* rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. Juillet 1894. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 fasc. in-8°.

*Éléments de Paléontologie,* par Félix Bernard, Assistant au Muséum d'Histoire naturelle. Paris, J.-B. Baillière et fils; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Gaudry.)

*Bulletin de l'Académie de Médecine.* N° 43. Séance du 6 novembre 1894. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

*Flore fossile du Portugal. Nouvelles contributions à la flore mésozoïque,* par le marquis de Saporta, Correspondant de l'Institut de France; accompagnées d'une Notice stratigraphique par Paul Choffat. Lisbonne, 1894; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Gaudry.)

*L'Astronomie.* Revue mensuelle d'Astronomie populaire, de Météorologie, de Physique du globe et de Photographie céleste, publiée par Camille Flammarion. N° 11. Novembre 1894. Paris; 1 fasc. gr. in-8°.

*Annales de la Faculte des Sciences de Marseille.* Tome IV. Fasc. I, II et III. Marseille, Barlatier et Barthelet; 3 fasc. in-4°.

*Les oiseaux dans la mode*, par M. J. Forest aîné. (Extrait de la *Revue des Sciences naturelles appliquées*). Paris; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Milne-Edwards.)

*Carte du ciel de France (Paris) le 1er décembre à 9 heures du soir*, par Joseph Vinot.

*Structure et histoire géologique de la partie du Jura central*, par Louis Rollier. (Extrait du volume intitulé *Matériaux pour la carte géologique de la Suisse*). Berne, 1893; 1 vol. in-4°.

*Muscologia gallica. Descriptions et figures des mousses de France et des contrées voisines*, par T. Husnot. Deuxième Partie : *Pleurocarpes;* 1892-1894.

*Revue météorologique. Travaux du réseau météorologique du sud-ouest de la Russie*. Année 1893. Vol. VI, par A. Klossovsky. Odessa, P. Franzow, 1894; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Faye.)

*Annales de l'École Polytechnique de Delft*. Tome VIII, 1894. 1re et 2e livr. Leyde, E.-J. Brill, 1894; 1 vol. in-4°.

*Om tyfoidfebern i sverige* af Ernst Bolin, Med. Doktor. II. *Etiologi*. Stockholm, 1894; 1 vol. in-8°.

*Verslag omtrent den staat van 'S lands Plantentium te Buitenzorg over het jaar* 1893. Batavia, Lands Drukkerij, 1894; 1 vol. in-8°.

*Catalogue of* 6424 *stars for the epoch* 1890. Oxford, J. Parker, 1894; 1 vol. in-4°.

---

## ERRATA.

(Séance du 27 août 1894.)

Mémoire de M. *Charles Henry*, Sur les variations de grandeur apparente des lignes et des angles :

Page 450, ligne 21, *au lieu de* K', *lisez* 10K'.

(Séance du 5 novembre 1894.)

Communication de M. *Charles Henry*, Influence de la forme sur la sensibilité lumineuse, etc. :

Page 796, ligne 17, *au lieu de* $0^{mm},0251$, *lisez* $0^{mm},251$.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

---

### SÉANCE DU LUNDI 19 NOVEMBRE 1894,

PRÉSIDENCE DE M. LŒWY.

---

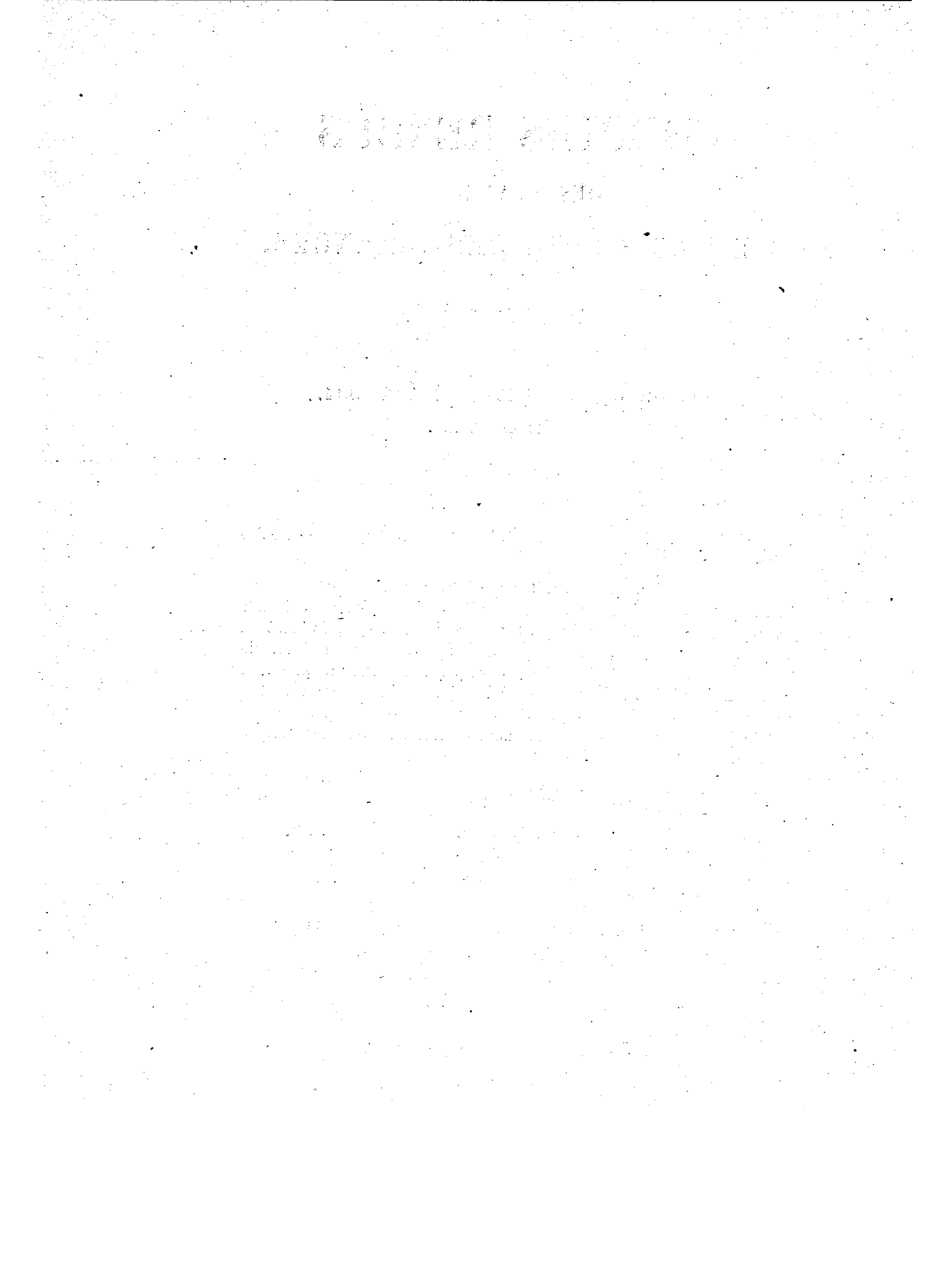
Après la lecture du procès-verbal, M. le **Président** prononce les paroles suivantes :

« C'est aujourd'hui que la famille impériale, les représentants de toutes les classes de la grande nation russe, les délégués de tous les États civilisés accompagnent au tombeau l'empereur Alexandre III, le chef vénéré du peuple russe, l'ami sincère de notre pays. Au jour de cette triste cérémonie tous les cœurs français sont pénétrés d'une profonde émotion. Qu'il nous soit permis aussi de rendre hommage à la mémoire du souverain dont le règne a été consacré à garantir au monde les bienfaits de la paix. Je suis certain de répondre à votre pensée unanime en levant la séance en signe de deuil. »

L'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 3 heures trois quarts. J. B.

---



# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 NOVEMBRE 1894,

PRÉSIDENCE DE M. LŒWY.

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Études photographiques sur quelques portions de la surface lunaire;* par MM. **Lœwy** et **Puiseux**.

« Les épreuves focales de la Lune que nous avons obtenues au grand équatorial coudé de l'Observatoire de Paris, dans les premiers mois de cette année, et dont nous avons eu l'honneur de présenter à l'Académie plusieurs agrandissements, ont fait depuis l'objet de quelques études intéressantes. Conformément au désir qui nous a été exprimé par le Dr Weinek, directeur de l'observatoire de Prague, connu par de beaux et nombreux travaux de Sélénographie, nous lui avons adressé deux de nos clichés, datant du 13 février et du 14 mars. Le Dr Weinek a exécuté d'après ces clichés plusieurs agrandissements photographiques sans aucune retouche. Je mets sous les yeux de l'Académie ces épreuves dont on peut apprécier à première vue

l'excellente exécution et le grand effet artistique. Elles comprennent divers objets remarquables, portant sur les cartes de la Lune les noms d'Ariadæus, d'Albategnius, de Triesnecker et de Linné.

» Les régions ainsi représentées, les deux dernières surtout, sont au nombre des mieux étudiées de la surface lunaire. Des dessins et des diagrammes très nombreux s'y rapportent. L'occasion était donc favorable pour s'assurer si les procédés photographiques constituaient, dans cet ordre de recherches, un progrès sur les méthodes antérieures. Le résultat de cet examen, fait par le D^r Weinek, lui a montré que, d'une part, l'épreuve étudiée permettait de rectifier dans leurs traits généraux les dessins les plus récents et les plus complets, et que, de l'autre, elle fait apercevoir nombre de détails et de petits cratères omis jusqu'à ce jour sur toutes les cartes. Plusieurs objets, dont la nature a été méconnue ou l'existence contestée à diverses reprises, se trouvent définis avec une clarté qui ne laisse place à aucun doute.

» Conformément à la proposition qui nous a été faite par le D^r Weinek lui-même, nous avons cru devoir soumettre ces conclusions à une vérification attentive. Si précieuses, en effet, que soient les méthodes photographiques, on ne doit pas considérer une épreuve isolée comme un document irrécusable. On pourrait s'imaginer qu'à tout détail visible sur un cliché correspond un accident de terrain ou un changement de teinte réel sur la Lune. Cette opinion, émise récemment par un observateur habile, M. Gaudibert, pourrait entraîner de sérieux mécomptes. De légers défauts dans la surface du verre, une répartition inégale de la couche sensible, l'adhérence à la gélatine de menus grains de poussière, la dessiccation irrégulière de la plaque, la tendance au groupement des molécules d'argent réduit, sous l'influence de forces de cohésion ou d'affinité encore mal connues, sont autant de causes perturbatrices contre lesquelles il faut être en garde lorsqu'il s'agit d'apprécier, pour un cliché donné, la réalité d'objets se trouvant à l'extrême limite de la visibilité. Chacun a pu observer que sur une plaque de verre immergée dans l'eau, puis exposée à l'air, il y a toujours des portions qui retiennent l'humidité plus longtemps que les autres, et les traces en demeurent visibles après la dessiccation, si l'eau est le moins du monde chargée de matières en dissolution. Les photographes savent aussi que la réduction des substances sensibles à la lumière s'effectue de proche en proche, et finit par gagner les parties qui n'ont point subi l'impression lumineuse. Cette extension, nuisible à la finesse et à la fidélité des images, ne manque jamais de se produire dès que l'on

exagère la durée de la pose ou celle du développement. Il serait donc inexact de regarder le noircissement de la couche comme dépendant uniquement de l'intensité de la lumière incidente.

» L'étude des clichés au microscope montre encore que la divisibilité des sels d'argent à l'état d'émulsion est en pratique limitée. Les teintes en apparence unies ou fondues se résolvent sous un fort grossissement en petits grains juxtaposés, parfois difficiles à distinguer dans les parties claires ou très noires, mais bien reconnaissables dans les demi-teintes. La dimension de ces grains varie avec les méthodes de préparation, avec le véhicule employé pour les sels d'argent; mais avec les plaques très sensibles dont nous avons fait usage, ils deviennent quelquefois perceptibles sous un grossissement de dix fois, et semblent même nettement séparés. De là résultent deux conséquences : d'une part, il sera sans intérêt de porter l'agrandissement d'un cliché photographique au delà d'une certaine limite, que l'on peut évaluer provisoirement à vingt ou trente fois; de l'autre, il est avantageux, en dehors des raisons déjà données antérieurement, d'employer un instrument à long foyer. Aucun détail ne pourra être interprété avec certitude si une au moins de ses dimensions, sur l'épreuve focale, ne surpasse pas notablement celle des grains de la couche ou des intervalles qui les séparent. Ces réserves nécessaires étant faites, il demeure certain que tout accident observé sur une photographie de la Lune pourra être considéré comme réel du moment où il apparaît sur un second cliché dans la même position et avec la même étendue. Mais on ne saurait se dispenser de ce contrôle si l'on veut faire porter l'investigation jusque sur les derniers détails visibles, car la disposition fortuite des grains de la couche sensible peut simuler des inégalités du sol de manière à tromper l'œil le plus exercé.

» Cette vérification sera très facile et ordinairement superflue pour les accidents de quelque importance. Elle pourra presque toujours être faite de manière à dissiper tous les doutes si l'on dispose de plusieurs clichés pris à de courts intervalles, dans des conditions à peu près semblables.

» Les recherches faites sur la surface des planètes, et en particulier de Mars, montrent que pour interpréter les traits les plus délicats sur les images formées au foyer des lunettes, une longue éducation de la vue est indispensable. La même nécessité s'impose dans l'étude minutieuse des reproductions photographiques. Aussi l'on ne saurait se contenter d'un examen hâtif pour affirmer, comme on l'a fait quelquefois, que la Photographie est incapable de révéler des détails aussi fins que l'observation directe. Sans doute, si les clichés sont exécutés dans des conditions mé-

diocres, avec des images ondulantes, un mouvement d'horlogerie irrégulier, un instrument qui vibre sous l'action du vent, il pourra se faire que deux points rapprochés se confondent sur la plaque, alors qu'un observateur attentif aurait pu les distinguer. Mais ces causes de trouble peuvent être atténuées presque sans limite si l'on abrège la pose, si l'on prend les précautions nécessaires et si l'on attend au besoin des circonstances favorables. L'objectif photographique retrouve alors l'avantage théorique que lui donne, à ouverture égale, la moindre longueur d'onde des rayons employés pour la formation de l'image. Il se peut que les occasions de l'utiliser soient plus rares; mais aussi une seule épreuve parfaitement venue fournit des renseignements plus abondants et plus sûrs que bien des soirées d'observation. Il faut, pour en tirer tout le parti possible, posséder une certaine expérience et des moyens optiques appropriés. L'habileté reconnue acquise par le D^r Weineck dans ce genre de travail donne un grand intérêt aux constatations faites par lui sur les clichés de Paris. On nous permettra de résumer les plus importantes.

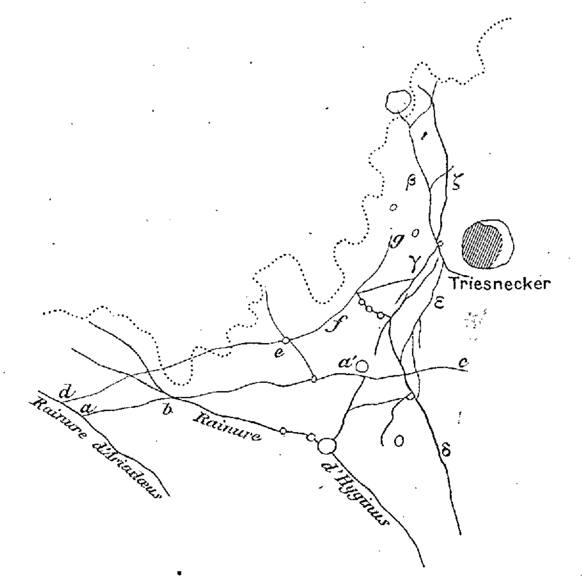
» Le nom de Linné a été appliqué par les premiers sélénographes à un cratère isolé situé au milieu de la mer de la Sérénité. Il est demeuré très distinctement visible jusqu'en 1866 d'après les témoignages et les dessins concordants de Lohrmann, Beer, Mädler et Schmidt. A cette date, il paraît avoir changé d'aspect, au point que son existence même a été contestée. M. Weinek le retrouve sur notre cliché du 14 mars, mais avec $1^{km}$ au plus de diamètre, soit le dixième de ce que lui attribuent les anciens auteurs. Ce cratère est également perceptible, malgré ses dimensions très petites, sur les clichés demeurés en notre possession. M. Schiaparelli, à qui les épreuves du D^r Weinek ont été soumises, y trouve également Linné bien reconnaissable et conforme à ses propres observations.

» Dans la plaine qui s'étend au sud d'Ariadæus, entre les cirques de Silberschlag et de Cayley, le D^r Weinek signale quatre objets qui ne figurent encore sur aucune carte, et qu'aucune description ne mentionne. Trois sont de petits cratères, le quatrième semble plutôt une élévation isolée. L'existence de ces objets est confirmée par nos autres clichés, ainsi que par ceux de l'Observatoire Lick, mais ces derniers en indiquent moins nettement la nature.

» Le fond du cirque d'Albategnius était représenté par les cartes comme très uni et presque dénué d'accidents. Le D^r Weinek n'y relève pas moins de dix cratères nouveaux. Nous devons dire que plusieurs d'entre eux nous ont semblé très peu profonds, à peine distincts des ondulations de

terrain qui les entourent, et pour ce motif d'une identification difficile.

» On remarque à l'ouest du cirque de Triesnecker, un réseau de fissures ou d'étroites vallées, qui constitue l'une des régions les plus curieuses de la Lune. Quatre ou cinq sont assez facilement visibles sous une illumination oblique. Les autres sont d'une observation très délicate. Le dessin le plus récent et le plus complet de ce système est dû à M. Krieger et a paru dans le journal *Sirius*. Il représente une trentaine de fissures entrecroisées entre Triesnecker et Hyginus. Dans une étendue moindre, notre cliché a permis au D[r] Weinek d'en relever plus du double. Nous n'avons pas réussi à les retrouver toutes, mais nous sommes pleinement d'accord avec l'astronome de Prague pour dire que, dans ce cas particulier, une seule photographie permet de rectifier avec certitude toutes les représentations antérieures. L'examen d'autres clichés de notre collection, pris le 13 février et le 19 septembre de cette année, confirme l'opportunité des corrections indiquées par le D[r] Weinek. Il montre aussi que certaines rainures, un peu effacées par les remaniements ou les soulèvements ultérieurs du sol, peuvent néanmoins être suivies avec certitude sur des étendues considérables. Nous en avons figuré deux sur le diagramme ci-joint avec les lettres *abc*, *defg*. Les portions *ab*, *ef* ont déjà été signalées par le




Carte schématique des rainures de Triesnecker, d'après un cliché pris à l'Observatoire de Paris le 14 mars 1894.

Les petits cercles représentent des dépressions cratériformes.

La ligne pointillée indique le contour approximatif de la région montagneuse.

Rév. Webb et par M. Weinek. Les prolongements dont nous croyons être en mesure d'affirmer l'existence établissent une liaison entre les systèmes d'Ariadæus, d'Hyginus et de Triesnecker.

» Les deux premiers se recommandent, comme l'on sait, par leurs fortes dimensions et la facilité relative de leur étude. Mais les rainures de Triesnecker, si nombreuses et si étrangement enchevêtrées, sont certainement les plus instructives. Il n'est pas besoin d'examiner longtemps, soit nos clichés, soit le diagramme du D^r Weinek, pour démêler quelques lois simples au milieu de cette complication apparente.

» Ainsi l'on remarquera que ces lignes ne s'arrêtent pas en général à leur confluent avec les autres, mais se prolongent des deux côtés, sans inflexion, à l'inverse de ce qui se passerait pour de simples vallées d'érosion.

» On doit encore signaler la fréquence des élargissements circulaires formés sur le trajet des rainures ou à leur point de croisement. La grande fissure d'Hyginus en fournit un exemple bien connu. Plusieurs des étroites vallées notées par le D^r Weinek dans le système de Triesnecker, d'après notre cliché du 14 mars, offrent le même caractère. Ces rainures ne conduisent pas, comme les rivières terrestres, à de vastes bassins de réception, et ne vont pas en s'élargissant progressivement d'un bout à l'autre. En les suivant à partir de leur origine, on les voit atteindre leur maximum de largeur en un point situé vers le milieu de leur parcours, et ordinairement marqué par un entonnoir. Il y a lieu de penser que les deux portions de la fissure ont leur pente dirigée vers cet entonnoir, et que les eaux qui ont pu s'y déverser à une époque antérieure pénétraient par cette voie dans les couches profondes de l'écorce lunaire.

» Bien plus que les grands cirques ou les plaines connues sous le nom de mers, les traits que nous venons de signaler trouvent leurs analogues dans les failles ou cassures de l'écorce terrestre. Sans vouloir conclure trop hâtivement de la ressemblance des effets à l'identité des causes, il nous semble intéressant d'appeler sur ce rapprochement l'attention des géologues. Dans l'ensemble, les conditions actuelles de la surface de la Lune sont si différentes de celles qui ont prévalu sur notre globe que toute tentative d'explication générale offre nécessairement un caractère hasardé. Le meilleur moyen de circonscrire la difficulté serait sans doute de s'attacher d'abord aux points de ressemblance entre la Lune et la Terre, en laissant provisoirement de côté les formations grandioses qui ont tenu jusqu'ici la première place dans les préoccupations des sélénographes. »

ASTRONOMIE. — *Note sur le calcul des orbites des planètes;* par M. F. TISSERAND.

« La planète BE, découverte le 1er novembre dernier par M. Max Wolf, a présenté une circonstance curieuse, un mouvement inusité en déclinaison, voisin d'un demi-degré par jour. M. Schulhof, désireux d'avoir presque aussitôt une idée de la nature de l'orbite, a voulu déterminer une orbite circulaire à l'aide de deux observations; mais l'équation propre à déterminer le rayon de cette orbite s'est trouvée n'avoir pas de racine réelle utilisable. J'ai cherché à voir dans quelles conditions cette impossibilité pourrait se représenter; les calculs suivants élucident la question, au moins dans un cas que je préciserai plus loin.

» Soient, pour les moments $t$ et $t'$ des deux observations :

$$\begin{matrix} l, & \lambda, & \rho, & x, & y, & z, & L, \\ l', & \lambda', & \rho', & x', & y', & z', & L' \end{matrix}$$

la longitude et la latitude géocentriques de la planète, sa distance à la Terre, ses coordonnées rectangulaires héliocentriques, et la longitude de la Terre; l'unité de longueur est la distance de la Terre au Soleil, supposée constante. On a les formules

$$\begin{aligned} x &= \cos L + \rho\cos\lambda\cos l, & x' &= \cos L' + \rho'\cos\lambda'\cos l', \\ y &= \sin L + \rho\cos\lambda\sin l, & y' &= \sin L' + \rho'\cos\lambda'\sin l', \\ z &= \rho\sin\lambda, & z' &= \rho'\sin\lambda'. \end{aligned}$$

» Soient encore $u$ le rayon de l'orbite circulaire, $\varphi$ l'angle des deux rayons héliocentriques de la planète; on aura les équations

$$x^2 + y^2 + z^2 = x'^2 + y'^2 + z'^2 = u^2,$$
$$xx' + yy' + zz' = u^2\cos\varphi.$$

» On trouve aisément la relation

$$(1) \qquad u^2\cos\varphi = \cos\varphi_0 + A\rho + A'\rho' + B\rho\rho',$$

où l'on a posé

$$(2)\quad \left\{\begin{array}{ll} & \varphi_0 = L' - L, \\ A = \cos\lambda\cos(L' - l), & A' = \cos\lambda'\cos(L - l'), \\ \rho = \sqrt{u^2 - \sin^2\psi} - \cos\psi, & \rho' = \sqrt{u^2 - \sin^2\psi'} - \cos\psi', \\ \cos\psi = \cos\lambda\cos(L - l), & \cos\psi' = \cos\lambda'\cos(L' - l'), \\ & B = \cos\lambda\cos\lambda'\cos(l' - l) + \sin\lambda\sin\lambda'. \end{array}\right.$$

» On doit avoir d'ailleurs, par la troisième loi de Kepler,

$$\varphi = \frac{k(t' - t)}{u\sqrt{u}}, \qquad \varphi_0 = k(t' - t),$$

d'où

$$\varphi = \frac{\varphi_0}{u\sqrt{u}}.$$

» En reportant cette valeur de $\varphi$ dans l'équation (1), elle devient

$$f(u) = u^2\cos\frac{\varphi_0}{u\sqrt{u}} - \cos\varphi_0 - A\rho - A'\rho' - B\rho\rho' = 0,$$

ou bien

$$(3)\quad \left\{\begin{array}{l} f(u) = u^2\cos\frac{\varphi_0}{u\sqrt{u}} - \cos\varphi_0 \\ \qquad - A\left(\sqrt{u^2 - \sin^2\psi} - \cos\psi\right) - A'\left(\sqrt{u^2 - \sin^2\psi'} - \cos\psi'\right) \\ \qquad - B\left(\sqrt{u^2 - \sin^2\psi} - \cos\psi\right)\left(\sqrt{u^2 - \sin^2\psi'} - \cos\psi'\right) = 0. \end{array}\right.$$

» Cette équation admet la racine $u = 1$, qui correspond à la Terre.

» Nous discuterons l'équation (3) dans les cas analogues à celui de la planète BE, où les angles $\psi$ et $\psi'$ sont assez petits; il en sera de même alors de $\sin^2\lambda$, $\sin^2\lambda'$, $\sin^2(L - l)$ et $\sin^2(L' - l')$. Nous développerons $\sqrt{u^2 - \sin^2\psi}$ et $\sqrt{u^2 - \sin^2\psi'}$ suivant les puissances de $\sin^2\psi$ et $\sin^2\psi'$, en négligeant $\sin^4\psi$ et $\sin^4\psi'$, ce qui nous donnera

$$\sqrt{u^2 - \sin^2\psi} = u - \frac{1}{2u}\sin^2\psi, \qquad \cos\psi = 1 - \tfrac{1}{2}\sin^2\psi,$$

$$\cos\frac{\varphi_0}{u\sqrt{u}} = 1 - \frac{\varphi_0^2}{2u^3}.$$

» L'équation (3) deviendra

$$u^2 - 1 + \varphi_0^2\frac{u-1}{2u} - A(u-1)\left(1 + \frac{\sin^2\psi}{2u}\right) - A'(u-1)\left(1 + \frac{\sin^2\psi'}{2u}\right)$$
$$- B(u-1)^2\left(1 + \frac{\sin^2\psi + \sin^2\psi'}{2u}\right) = 0,$$

d'où, en supprimant le facteur $u - 1$,

$$(4)\qquad (1 - B)u + \frac{p}{2u} = q;$$

nous avons fait pour abréger

$$(5)\qquad \begin{cases} p = \varphi_0^2 + (B - A)\sin^2\psi + (B - A')\sin^2\psi', \\ q = A + A' - B - 1 + \frac{B}{2}(\sin^2\psi + \sin^2\psi'). \end{cases}$$

Or, l'équation (4) est du second degré en $u$; elle aura ses racines imaginaires si la condition

$$(6)\qquad q^2 - 2p(1 - B) < 0$$

est remplie.

» Les différences $B - A$, $B - A'$ et $1 - B$ étant petites, les expressions (5) de $p$ et $q$ peuvent être réduites à

$$(7)\qquad p = \varphi_0^2,$$

$$q = A + A' - B - 1 + \tfrac{1}{2}(\sin^2\psi + \sin^2\psi') = A + A' + 1 - B - \cos\psi - \cos\psi',$$

d'où, à cause des formules (2),

$$q = 1 - B + \cos\lambda\,[\cos(L' - l) - \cos(L - l)] + \cos\lambda'[\cos(L - l') - \cos(L' - l')],$$

$$q = 1 - B + 2\sin\frac{\varphi_0}{2}\left[\cos\lambda'\sin\left(\frac{L + L'}{2} - l'\right) - \cos\lambda\sin\left(\frac{L + L'}{2} - l\right)\right];$$

en remplaçant $\cos\lambda$ et $\cos\lambda'$ par 1, il vient

$$q = 1 - B + \varphi_0\left[\sin\left(\frac{L + L'}{2} - l'\right) - \sin\left(\frac{L + L'}{2} - l\right)\right],$$

$$q = 1 - B + 2\varphi_0\cos\left(\frac{L - l}{2} + \frac{L' - l'}{2}\right)\sin\frac{l - l'}{2}.$$

» Si l'on fait

$$l' - l = m, \qquad \lambda' - \lambda = n,$$

il viendra

$$q = 1 - B - \varphi_0 m.$$

» On tire d'ailleurs aisément de l'expression (2) de B

$$(8)\qquad \begin{cases} B = 1 - \dfrac{m^2\cos^2\lambda + n^2}{2}, \qquad 1 - B = \dfrac{m^2 + n^2}{2}, \\ \text{d'où} \\ q = \dfrac{m^2 + n^2 - 2\varphi_0 m}{2}. \end{cases}$$

» En ayant égard aux expressions (7) et (8), l'inégalité (6) devient

$$(m^2 + n^2 - 2m\varphi_0)^2 - 4(m^2 + n^2)\varphi_0^2 < 0,$$

ou bien

$$(\alpha^2 + \beta^2 + 2\alpha)^2 - 4(\alpha^2 + \beta^2) < 0, \tag{9}$$

en faisant

$$\left\{\begin{aligned} \alpha &= -\frac{m}{\varphi_0} = \frac{l - l'}{L' - L}, \\ \beta &= -\frac{n}{\varphi_0} = \frac{\lambda - \lambda'}{L' - L}. \end{aligned}\right. \tag{10}$$

$-\alpha$ et $-\beta$ sont, comme on voit, les rapports des mouvements diurnes de la planète, en longitude et latitude géocentriques, au mouvement correspondant de la Terre en longitude.

» La condition (9) donne

$$\beta^2 < 2 - \alpha^2 - 2\alpha + 2\sqrt{1 - 2\alpha}, \tag{11}$$

$$\beta^2 > 2 - \alpha^2 - 2\alpha - 2\sqrt{1 - 2\alpha}; \tag{12}$$

$\alpha$ est compris généralement entre 0,15 et 0,35 (mouvements diurnes 9′ et 21′); dans ces conditions, l'inégalité (11) est toujours satisfaite; il reste seulement à tenir compte de l'inégalité (12); on en conclut

| | | | |
|---|---|---|---|
| Pour | $\alpha = 0{,}15$, | $\beta > 0{,}06$, | $\lambda - \lambda' > 4'$, |
| » | $\alpha = 0{,}20$, | $\beta > 0{,}10$, | $\lambda - \lambda' > 6'$, |
| » | $\alpha = 0{,}25$, | $\beta > 0{,}15$, | $\lambda - \lambda' > 9'$, |
| » | $\alpha = 0{,}30$, | $\beta > 0{,}21$, | $\lambda - \lambda' > 13'$, |
| » | $\alpha = 0{,}35$, | $\beta > 0{,}29$, | $\lambda - \lambda' > 17'$; |

Ainsi, pour des mouvements en latitude assez forts, il n'y a pas d'orbite circulaire. Dans le cas de la planète BE, $\alpha = 0{,}30$, $\lambda - \lambda' = 24'$; l'inégalité (9) est largement satisfaite. Si $\beta$ est inférieur à la limite qui vient d'être calculée, il y aura deux solutions réelles et supérieures à 1.

» Il est probable que, dans d'autres conditions que celles considérées ci-dessus, les orbites circulaires peuvent cesser d'exister. Pour le voir, il faudrait discuter l'équation générale (3), ce qui ne paraît pas très facile. »

ASTRONOMIE. — *Observation de la planète Wolf* (1894, BE) *faite au grand équatorial de l'observatoire de Bordeaux par M.* G. Rayet. Note de M. G. **Rayet**.

Planète Wolf (1894, BE).

| Date 1894. | Étoile. | Temps sidéral de Bordeaux. | Δα planète. | Δ℘ planète. | Observ. |
|---|---|---|---|---|---|
| Novembre 17..... | 1 | $1^h 59^m 50^s,83$ | $+2^m 26^s,55$ | $-2' 40'',24$ | G. Rayet |

*Position moyenne de l'étoile de comparaison pour* 1894,0.

| Étoile. | Catalogue et autorité. | Ascension droite moyenne. | Réduction au jour. | Distance polaire moyenne. | Réduction au jour. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1... | Weisse$_1$, H. II, n° 421 | $2^h 27^m 18^s,61$ | $+3^s,90$ | $88° 59' 39'',8$ | $-24'',0$ |

*Position apparente de la planète Wolf* (1894, BE).

| Date 1894. | Temps moyen de Bordeaux. | Ascension droite apparente. | Log. fact. parallaxe. | Distance polaire apparente. | Log. fact. parallaxe. |
|---|---|---|---|---|---|
| Novembre 17.... | $10^h 11^m 12^s,6$ | $2^h 29^m 49^s,06$ | $-\bar{2},741$ | $88° 56' 35'',6$ | $-0,787$ |

» La planète est de 11[e] grandeur et légèrement jaunâtre. »

MÉCANIQUE. — *Sur les lois de la résistance de l'air.* Note de M. E. **Vallier**.

« On admet généralement que la résistance opposée par un gaz au mouvement d'un élément plan est proportionnelle à la surface de cet élément, à la densité du gaz, à sa pression et à une certaine fonction de la vitesse du mobile, que l'on écrira $\frac{1}{g} f(v)$.

» On adoptait au début, d'après Newton, une fonction proportionnelle au carré de la vitesse; puis, l'expérience ayant démontré l'inexactitude de cette loi, on essaya diverses expressions monomes ou binomes, telles que les formes $cv^3$, $dv^4$, $bv^2 + dv^4$.

» En tout cas, on pensait, jusque dans ces derniers temps, que la loi du carré de la vitesse était exacte dès que cette vitesse dépassait $400^m$. D'autre

part, l'usage s'était introduit, justifié du reste par des considérations de calcul, de mettre la fonction $f(v)$ sous la forme $v^2 K(v)$.

» Si, pour un moment, on adopte ce mode de représentation, on trouve que le terme $K(v)$ présente une allure fort complexe.

» Sensiblement constant pour de très faibles vitesses, il ne tarde pas à croître rapidement à partir de $v = 140^m$. Cette croissance se manifeste surtout aux environs de la vitesse du son, vers $340^m$; puis, au lieu de rester constant à partir de $400^m$, le terme $K(v)$ continue à croître, passe par un maximum entre $440^m$ et $500^m$, pour décroître ensuite jusqu'aux plus fortes vitesses expérimentées jusqu'à ce jour ($1200^m$).

» Il a été proposé diverses explications au sujet de ces variations; mais, outre qu'aucune d'entre elles ne peut être considérée comme définitivement établie, il convient de remarquer qu'à des singularités de la nature de celles notées pour la fonction artificielle $K(v)$ ne correspondent pas des particularités du même genre, telles que points d'inflexion ou maxima, dans la fonction réelle $f(v)$. Il ne faut donc pas attacher trop d'importance à ces particularités.

» Lorsque l'on construit des courbes figuratives de $f(v)$ en prenant la vitesse pour abscisse, et pour ordonnée la résistance par unité de section opposée aux projectiles oblongs qui ont été expérimentés soit dans les usines Krupp (dont les Tables, publiées en 1890, s'étendent jusqu'à $1000^m$), soit à Gâvre en utilisant les relevés effectués par M. Gibert, on constate que ces courbes diffèrent entre elles selon la forme de l'ogive qui constitue la partie antérieure du projectile. On peut se les représenter comme des hyperboles tangentes à l'origine à l'axe des vitesses et ayant une asymptote inclinée sur cet axe. Mais cette figuration, bien que donnant une idée suffisamment approchée de l'allure générale, ne serait pas assez précise pour les applications et, du reste, l'équation d'une telle courbe ne se prêterait pas au calcul.

» On est donc forcé de renoncer à une formule unique pour l'expression de la loi. La solution la plus convenable, et d'après laquelle j'ai établi les tables numériques nécessaires à la pratique, est actuellement la suivante :

» Pour toutes les vitesses supérieures à $330^m$, adopter une droite inclinée sur l'axe des vitesses (et qui se trouve presque parallèle à l'asymptote de l'hyperbole figurative). Au-dessous de la vitesse de $330^m$ et jusque vers $100^m$, adopter une parabole de degré $\frac{5}{2}$. Au-dessous de $100^m$, adopter une parabole du deuxième degré.

» On a ainsi trois expressions pour la résistance spécifique $\rho$, savoir

$$\rho = \frac{1}{g} H(v - a) \qquad \text{pour} \qquad v > 330,$$

$$\rho = \frac{1}{g} H' v^{\frac{5}{2}} \qquad \text{pour} \qquad 330 > v > 100,$$

$$\rho = \frac{1}{g} H'' v^2 \qquad \text{pour} \qquad v < 100.$$

» Toutefois, dans le cas où la vitesse à l'origine du mouvement ne dépasse pas $240^{m}$, on peut accepter la forme unique du deuxième degré dans toute l'étendue du déplacement, et utiliser les formules et tables qui s'y rattachent.

» Si les facteurs H sont indépendants de la vitesse, ils n'en sont pas moins variables avec la densité de l'atmosphère au moment de l'expérience, densité qui varie elle-même à mesure que le mobile s'élève au-dessus du sol. Dans les applications, il n'est pas nécessaire de calculer cette densité avec toute l'approximation que peut donner la Physique ; on opérera dans de bonnes conditions en prenant $\log \Delta_y = \log \Delta_0 - \frac{y}{19000}$, $y$ étant l'altitude. Il suffit même, lorsque cette altitude ne dépasse pas $4^{km}$, de prendre la relation de Saint-Robert

$$\Delta_y = \Delta_0 (1 - 0,0^4 8y)$$

où $\Delta_0$ désigne la densité au ras du sol.

» *Valeurs des constantes des formules précédentes.* — Les constantes H et $a$ varient avec la forme de la partie antérieure du mobile. Ce dernier est, dans les questions pratiques, un cylindre de révolution terminé par une ogive d'angle $\gamma$.

» Pour le projectile d'angle $\gamma = 41°5$, on aura

$$H = 0,125, \qquad a = 263,$$

l'unité de superficie étant le centimètre carré.

» Les paramètres H' et H'' se déduisent respectivement des précédents par les relations

$$\overline{330}^{\frac{5}{2}} H' = H(330 - a),$$

$$\overline{100}^{2} H'' = \overline{100}^{\frac{5}{2}} H' \qquad \text{ou} \qquad H'' = 10 H'.$$

» Si l'on veut passer d'un projectile d'angle ogival $41°,5$ à un projectile d'angle $\gamma°$, tout en utilisant les Tables établies pour cet angle $41°,5$, il

convient de multiplier les constantes H par un facteur caractéristique $i(v)$ dont l'expression est

$$i(v) = \frac{\gamma^{\circ}}{41^{\circ},5} \frac{v - 180^{\circ} - 2\gamma^{\circ}}{v - 263}$$

lorsque $v$ est supérieur à 330m. Pour des valeurs de $v$ inférieures, $i(v)$ est relié à $\gamma$ par le Tableau suivant :

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $\gamma =$ | 31° | 33°,6 | 36°,9 | 41°,5 | 48°,2 |
| $i(v) =$ | 0,67 | 0,72 | 0,78 | 1,00 | 1,10 |

» Tels sont les chiffres à adopter actuellement pour les calculs relatifs à la résistance opposée par l'air aux projectiles oblongs, animés d'un mouvement de rotation autour de leur axe de figure, ce dernier étant dirigé suivant la tangente à la trajectoire. Ils représentent la résultante des actions atmosphériques, c'est-à-dire la différence entre la pression antérieure et la contre-pression provenant des tourbillons qui se produisent à l'arrière, comme le montre une photographie ci-jointe. Je reviendrai, du reste, dans ma prochaine Communication, sur l'existence et l'évaluation de cette contre-pression. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Nouveaux détails concernant les Nymphéinées; Nymphéinées tertiaires;* par M. G. DE SAPORTA.

« A la hauteur de l'Aquitanien de Manosque, dans un lit précédemment signalé [1], on rencontre tout un ensemble de Nymphéinées, provenant d'une seule et même localité tertiaire, dont la richesse n'avait rien à envier à celles des régions du monde actuel les plus favorisées en fait de plantes de cette catégorie. Les échantillons caractéristiques que j'ai réunis et que j'achève de dessiner s'élèvent à plus de soixante et comprennent soit des feuilles, les unes à peu près entières, d'autres plus ou moins mutilées, mais faciles à reconstituer, soit des appareils reproducteurs, soit enfin des fragments de rhizomes. Ces vestiges se partagent très naturellement en deux groupes, l'un se rapportant aux *Nelumbium*, l'autre à des Nymphéacées

---

[1] *Sur une couche à* Nymphéinées *récemment explorée et comprise dans l'Aquitanien de Manosque* (*Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, t. CXVII, séance du 6 nov. 1893).

dont le type générique reste à définir. Je passerai en revue ces deux groupes.

» L'espèce principale, *Nelumbium protospeciosum* Sap., s'écarte à peine du *N. speciosum* Wild. actuel. Tout au plus remarque-t-on le nombre un peu moins élevé (21-22 au lieu de 23-24) des nervures rayonnantes des feuilles tertiaires, qui mesuraient jusqu'à $45^{cm}$ d'étendue en diamètre. Mais à côté de ce *Nelumbium* se montre une seconde espèce plus rare et plus petite, puisque le diamètre de ses feuilles n'excède pas $20^{cm}$ environ, le nombre des nervures rayonnantes n'étant que de dix-huit. Cette seconde espèce, visiblement assimilable au *Nelumbium luteum* Wild. d'Amérique, prendra le nom de *N. luteiforme*. Ce sont là les ancêtres plus ou moins directs des deux seules espèces que renferme le genre dans la nature actuelle. Disjointes maintenant, elles auraient été originairement associées au sein des eaux tertiaires, dans le midi de l'Europe.

» En publiant les Nymphéinées du gisement de Manosque ([1]), j'en ai signalé six espèces, qui sont : *Nymphœa calophylla* Sap., *N. Nalini* Sap., *N. Ameliana* Sap., *N. cordata* Sap., *N. minuta* Sap. et *Anœctomeria media* Sap. Il n'existe qu'une feuille du *N. minuta* Sap.; mais elle est entière et se rattache sans effort au *N. pygmœa* Ait. de la Mantchourie. De son côté, le *N. cordata* Sap. rappelle les *Nymphœa minor* D. C. et *biradiata* Somm., qui ne sont eux-mêmes que des formes ou sous-espèces du type représenté en Europe par le *N. alba* L.

» Le *Nymphœa Ameliana* Sap. est maintenant connu par plusieurs feuilles de dimension moyenne et suborbiculaires, qui rappellent, par le contour et les auricules, le *N. blanda* Mey., du Brésil.

» Le *Nymphœa Nalini* Sap. se distingue par la terminaison en arc surbaissé de ses feuilles, dont les nervures rayonnantes, élancées et multiples, se subdivisent, bien avant le bord, à l'aide d'une triple dichotomie. On ne saurait marquer aucun rapprochement direct reliant cette forme à l'une de celles de l'ordre actuel. A côté d'elle, cependant, vient se placer une forme affine, mais qui semble devoir en être distinguée; celle-ci ne serait pas sans rapport avec le *Nymphœa alba* L. var. *Sphœrocarpa* Casp., de la péninsule Hellénique; ce serait alors le *Nymphœa latior* Sap.

» Associé aux précédents, le *Nymphœa calophylla* Sap. est reconnaissable à l'ampleur de ses feuilles, qui mesuraient jusqu'à $30^{cm}$ en diamètre, à

---

([1]) *Mémoires de la Société géologique de France, Paléontologie;* Mémoire n° 9, *Recherches sur la vég. du niveau aquit. de Manosque*, I, *Nymphéinées*, par M. de Saporta; Paris, 1891.

leurs nervures rayonnantes élancées, subdivisées-dichotomes bien avant le bord, toujours entier; les auricules de la base s'étalent inférieurement, séparées l'une de l'autre par un étroit sinus. C'est sur quelques-unes de ces feuilles que j'ai observé des traces de parasites, sous l'apparence de macules distribuées sans ordre à la surface du limbe; des macules à peu près semblables se retrouvent sur les feuilles du *Nymphœa alba* et se rapportent, selon M. Patouillard, qui a bien voulu les examiner, à une Tuberculariée du genre *Hymenula*. C'est au *N. calophylla* que se rattache sans doute l'empreinte d'un rhizome intégralement conservé, réduit par la compression à l'état de mince pellicule. L'organe mesurait une épaisseur de $12^{cm}$ et sa surface se trouve occupée par les coussinets foliaires, dont il est facile de suivre l'ordonnance et de distinguer les contours. Un lambeau de feuille, couché en travers du rhizome et ayant appartenu au *N. calophylla*, vient à l'appui de l'attribution.

» La présence de l'*Anœctomeria media* Sap. est basée sur la présence des coussinets pétiolaires et de débris de fruits, offrant les caractères de ce genre. Les feuilles considérées comme lui ayant appartenu ne sont pas rares. Elles sont reconnaissables à leurs auricules plus ou moins divergentes, à la finesse relative et aux ramifications élancées et plusieurs fois répétées de leurs nervures rayonnantes, le long de la marge toujours entière. L'existence, auprès de l'une de ces feuilles, d'un coussinet très nettement caractérisé confirme la vraisemblance de l'attribution.

» On aurait pu croire à la localisation relative des types de Nymphéacées du gisement de Manosque; mais les recherches persévérantes de M. Rousset, d'Uzès, dans l'oligocène des environs d'Alais (Gard) ont révélé sur ce point un état de choses sensiblement pareil. Seulement, près d'Alais, au lieu de se montrer sous forme d'empreintes, les feuilles et les rhizomes de *Nymphœa* se sont fossilisés en relief plein, en ce qui touche les rhizomes; en demi-relief, en ce qui concerne les feuilles, c'est-à-dire avec l'aspect et la saillie naturelle des nervures. Les premières de ces feuilles furent décrites par moi, sous le nom de *N. Dumasii*, dans mon mémoire *Sur les Organismes problématiques;* mais leur dimension médiocre ne me parut pas s'accorder avec la grosseur inusitée des rhizomes. Depuis, M. Rousset, poursuivant ses recherches, a recueilli de nouvelles feuilles dont l'une est remarquable par son ampleur, l'autre plus petite, mais offrant les mêmes caractères de contour et de nervation. Il a également rencontré d'autres rhizomes, plus minces que les premiers et autrement conformés, qui pourraient bien être ceux dont le *N. Dumasii* représente les feuilles.

» Ainsi constituée, avec de larges feuilles entières sur les bords, pourvues

de nervures rayonnantes, subdivisées-dichotomes vers le milieu de leur parcours, et d'auricules faiblement développées et très obtuses, la nouvelle espèce prendra le nom de *N. Rousseti.* Elle n'est pas sans analogie avec le *N. calophylla* Sap., de Manosque, sans que l'on soit tenté de l'identifier avec celui-ci.

» En réalité, il faut une attention soutenue pour distinguer les unes des autres toutes ces feuilles, différentes, il est vrai, de forme et de dimension, mais reproduisant uniformément le même type, caractérisé par le bord entier, les auricules séparées jusqu'au centre, les nervures rayonnantes subdivisées par dichotomie.

» On n'observe ici ni les dentelures si accusées des *Nymphœa pubescens* Wild., *thermalis* D. C., *Lotus L.* ou *Stellata* Welw.; ni les sinuosités marginales des *Nymphœa gracilis* Zucc., *Amazonum* Mart. et Zucc. et *capensis* Thb.; encore moins le réseau veineux qui se combine avec la présence des dentelures chez le *N. ampla* D. C. (Mexique) ou avec les bords entiers chez les *Nymphœa versicolor* Roxb., *cyanea* Roxb., *odorata* Ait., *Cachemyriana* Cambess (¹).

» Les termes de comparaison et les éléments d'assimilation se trouvent ainsi tellement atténués et si peu concluants que l'on est amené à croire, en dehors de l'affinité signalée plus haut entre les *Nymphœa minuta* Sap. et *pygmœa* Ait., les *Nymphœa cordata* Sap. et *minor* D. C., que les autres espèces ont dû, à l'exemple de l'*Anœctomeria*, se rapporter à des types n'ayant plus de descendants directs, ni même de représentants dans l'ordre actuel. Ce qui engagerait à adopter cette manière de voir, c'est la découverte récente d'un fruit ayant certainement appartenu à une Nymphéacée et cependant d'une interprétation difficile, puisqu'il s'écarte de ceux des *Nymphœa,* sans concorder avec celui des *Nuphar*. Les parois lisses de ce fruit dénotent effectivement un ovaire n'ayant rien de semi-infère, comme chez les *Nymphœa;* mais, au lieu de s'atténuer en un col s'évasant dans le haut pour donner naissance au disque terminal qui porte les stigmates, on voit ici l'ovaire directement surmonté d'un disque à moitié détaché et couronné par les stigmates; ces stigmates paraissent libres de toute adhérence, s'élevant au-dessus du disque et terminés en massue.

(¹) Je remercie M. le professeur Bureau, du Muséum, qui a bien voulu mettre à ma disposition de précieux éléments de comparaison, choisis parmi les formes vivantes du groupe des Nymphéacées.

» Ainsi, à côté des *Nelumbium* qui depuis le milieu des temps tertiaires n'auront plus guère varié, en Europe, lors de l'aquitanien, les Nymphéacées auraient compris des types différents de ceux que nous connaissons et des formes sans rapport direct avec celles des pays chauds actuels. »

M. **Arm. Gautier**, en présentant à l'Académie le 1er Volume de la 2e Édition de son *Cours de Chimie minérale, organique et biologique*, ajoute :

« J'ai essayé d'exposer dans ce livre d'une façon claire et concise les derniers progrès accomplis en Chimie minérale dans les théories générales et dans les faits. »

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **A. Delprat** soumet au jugement de l'Académie un travail intitulé : « Navigation mécanique aérienne, à ailes battantes ».

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

## CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** invite l'Académie à lui désigner deux candidats pour la chaire de Médecine actuellement vacante au Collège de France, par suite du décès de M. *Brown-Séquard*.

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

M. **S. Jourdain** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place de Correspondant, laissée vacante par le décès de M. *Cotteau*.

(Renvoi à la Section d'Anatomie et Zoologie.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un volume intitulé : « La circulation de la matière et de l'énergie dans l'univers; nouvel essai de Philosophie naturelle, par M. *Manuel Crespo*, traduit de l'édition espagnole de 1890 par M. *Maximin Deloche*. »

ASTRONOMIE. — *Éléments de la planète* BE. Note de M. L. **Schulhof**, présentée par M. Tisserand.

« La planète BE, découverte le 1er novembre par M. Max Wolf, avait, dans les premiers jours, un mouvement exceptionnellement rapide en déclinaison, qui semblait dénoter une très grande inclinaison de son orbite.

» Une tentative faite pour déterminer une orbite circulaire approchée à l'aide de deux observations de M. Bigourdan, des 4 et 8 novembre, a échoué, le problème n'admettant pas, dans le cas actuel, une solution réelle. Il aurait fallu, en effet, adopter une valeur du demi-axe de l'orbite, inférieure au rayon vecteur de la Terre, pour amener l'accord entre le mouvement diurne, fourni par la troisième loi de Képler, et le mouvement héliocentrique de la planète. Or, la planète étant en opposition avec le Soleil, une telle valeur est impossible. Il m'a fallu recourir au calcul d'une orbite parabolique, qui représente parfaitement les trois observations mises obligeamment à ma disposition par M. Bigourdan. C'est à leur aide seulement que j'ai pu calculer une première orbite elliptique, en supposant arbitrairement que, ni l'excentricité, ni l'inclinaison ne seront pas par trop considérables. M. Bigourdan m'ayant communiqué une nouvelle observation du 16 novembre, je puis maintenant donner des éléments plus exacts, et cependant toujours incertains.

Époque, 1894, nov. 4,5 temps moyen de Paris.

$$\begin{array}{rl} M = & 20^\circ.38'.22'',2 \\ \pi = & 9.59.27,5 \\ \Omega = & 211.29.28,0 \\ i = & 18.\ 5.20,0 \\ \varphi = & 12.\ 3.46,0 \\ \mu = & 1302'',976 \\ \log a = & 0,290047 \end{array} \quad \left.\begin{array}{l} \pi,\ \Omega,\ i: \end{array}\right\} \text{Équin. et écl. moy. 1894,0.}$$

» L'inclinaison et l'excentricité ne présentent, comme on voit, rien d'exceptionnel, mais le mouvement diurne dépasse d'environ 180″ les plus grandes valeurs connues de cet élément. Même si les calculs ultérieurs diminuaient sensiblement cette quantité, la planète BE serait, parmi toutes les petites planètes, la plus propre à la détermination de la paral-

laxe solaire; sa plus courte distance à l'orbite terrestre semble, en effet, ne pas dépasser 0,6 de la distance de la Terre au Soleil. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle comète E. Swift (1894 novembre 20), faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest)*; par M. G. **Bigourdan**. Communiquées par M. Tisserand.

| Date 1894. | Étoile de comparaison. | Comète — Étoile. ΔR. | Comète — Étoile. Δ Décl. | Nombre de compar. |
|---|---|---|---|---|
| | | m s | ′ ″ | |
| Nov. 25 ....... | *a* 5876 BD — 11° | +0. 8,39 | —0.29,7 | 4:4 |
| 25 ....... | *a* Id. | +0. 9,25 | —0.20,2 | 4:4 |
| 25 ....... | *a* Id. | +0.12,21 | —0. 0,9 | 4:4 |

*Positions des étoiles de comparaison.*

| Date 1894. | Étoiles. | Ascens. droite moyenne 1894,0. | Réduction au jour. | Déclinaison moyenne 1894,0. | Réduction au jour. | Autorités. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | h m s | s | ° ′ ″ | ″ | |
| Nov. 25.. | *a* | 22.31.11,58 | +3,00 | —11.35.54,9 | +12,9 | Rapportée à *b* |
| 25.. | *b* | 22.25.34,31 | » | —11.39.38,4 | » | Munich₁ (31105) |

*Positions apparentes de la comète.*

| Date 1894. | Temps moyen de Paris. | Ascension droite apparente. | Log. fact. parallaxe. | Déclinaison apparente. | Log. fact. parallaxe. |
|---|---|---|---|---|---|
| | h m s | h m s | | ° ′ ″ | |
| Nov. 25 ..... | 6. 6.51 | 22.31.22,97 | $\bar{2}$,009$_n$ | —11.36.11,7 | 0,885 |
| 25 ..... | 6.16.22 | 22.31.23,83 | $\bar{3}$,795 | —11.36. 2,2 | 0,885 |
| 25 ..... | 6.40. 2 | 22.31.26,79 | $\bar{2}$,674 | —11.35.42,9 | 0,884 |

» *Remarques.* — La comète est très faible (grandeur 13,4). Elle est formée par un petit noyau d'aspect bien stellaire, autour duquel on soupçonne un peu de nébulosité dans laquelle on ne parvient à saisir aucun détail.

» Dans la dernière des trois comparaisons ci-dessus, la comète était en outre très voisine de l'étoile 5878 BD — 11°, ce qui gênait considérablement les mesures.

» L'étoile de comparaison *a* a été rapportée avec l'équatorial à l'étoile

$$b = 5854 \text{ BD} - 11^\circ$$

et par 3.2 comparaisons on a obtenu

$$\star a - \star b: \quad \Delta R = +5^m 37^s,27; \qquad \Delta D = +3'43'',5 \text{ ».}$$

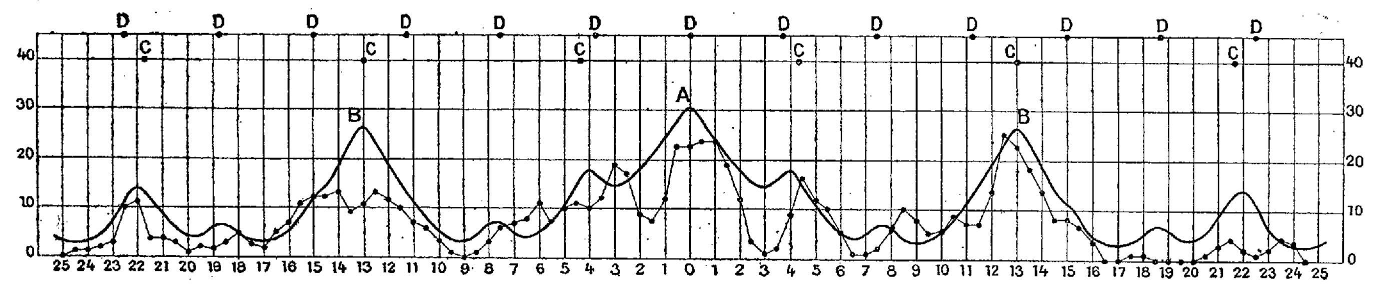
ASTRONOMIE. — *Sur la distribution des planètes entre Mars et Jupiter.* Note de M. E. **Roger**, présentée par M. Jordan.

« On ne connaît pas encore toutes les planètes de ce groupe; il n'est cependant pas impossible de déterminer dès à présent les principaux caractères de leur distribution.

» Pour mettre tout d'abord en évidence certaines relations de symétrie, il suffit de construire un diagramme avec les logarithmes hyperboliques des distances au Soleil pour abscisses, les ordonnées étant proportionnelles au nombre des planètes pour lesquelles $x$ est compris entre deux limites très rapprochées $x \mp \frac{\delta x}{2}$. En prenant pour unité de longueur la distance de la Terre au Soleil multipliée par $e^{1,01}$ ou $2,75$, et en donnant à $x$ et à $\delta x$ les valeurs

$$x = 0, \qquad \pm \frac{\delta x}{2}, \qquad \pm 2\frac{\delta x}{2}, \qquad \pm 3\frac{\delta x}{2}, \qquad \ldots, \qquad \delta x = \frac{1}{100},$$

on obtient le diagramme ci-après :




» On peut ensuite vérifier que ce diagramme reproduit assez fidèlement les principales inflexions de la courbe qui a pour équation

$$y = \mathrm{N}\,\delta x \sum \mathrm{C}_i \frac{1 \pm a_i \cos \frac{2^i - 1}{0,13}(1-u)\pi x}{\left[1 \pm \frac{2\cos\frac{2^i-1}{0,13}(1-u)\pi x}{a_i + a_i^{-1}}\right]^2} \qquad (i = -1, 1, 2, 3),$$

le signe $+$ s'appliquant aux indices extrêmes, le signe $-$ aux deux autres.

» Dans cette équation, $u$ désigne une inégalité dont la valeur numérique est toujours comprise entre $\pm \frac{1}{10}$, N le nombre des petites planètes actuel-

lement connues (environ 400), $a_i$ et $C_i$ des constantes qui se déduisent des équations suivantes

$$a_i = \left( \frac{1 - \frac{1}{20}}{2^i - \frac{1}{20}} \right)^{\frac{2}{3}}, \qquad C_i = \frac{1 - \frac{i}{4}}{4} \frac{\left(1 - \frac{2}{a_i + a_i^{-1}}\right)^2}{1 - a_i}.$$

La constante $C_{-1}$ doit être prise tantôt avec le signe +, tantôt avec le signe —, de telle sorte que l'ordonnée partielle $y_{-1}$ soit toujours positive.

» La constante $a_i$ se confond presque avec $c^{-\frac{3i}{2\pi}}$, exponentielle qui représente, à une inégalité périodique près, les distances des planètes au Soleil (*Comptes rendus*, t. CXIV).

» Aux quatre ordonnées partielles dont la superposition forme l'ordonnée intégrale $y$, correspondent (en négligeant $u$) :

A. Un maximum principal, c'est l'origine des coordonnées;

B. Deux maxima du second ordre, dont les abscisses sont $\pm 0,13$;

C. Six maxima du troisième ordre, ayant pour abscisses

$$\pm \frac{0,13}{3} j \qquad (j = 1, 3, 5);$$

D. Treize maxima du quatrième ordre, aux abscisses

$$\pm \frac{0,13 \times 2}{7} j \qquad (j = 0, 1, 2, \ldots, 6).$$

» On peut disposer de l'inégalité $u$ de manière à rendre presque nul, dans la plus grande étendue du diagramme, l'écart $\varepsilon$ existant entre l'ordonnée $y$ et l'ordonnée du diagramme; mais, pour quelques régions très limitées, le rapport $\frac{\varepsilon}{y}$ est une fraction notable de l'unité : anomalie que j'essayerai d'expliquer tout à l'heure.

» L'ordonnée du diagramme présente une surélévation remarquable dans les régions voisines des points où deux maxima coïncident. Ces points, qui ont pour abscisses : 0, $\pm 0,04$, $\pm 0,13$, $\pm 0,22$, sont comme les centres de figure de sept anneaux distincts, séparés par des intervalles où les planètes sont beaucoup plus rares, disposition analogue à celle des anneaux de Saturne. Les abscisses $\pm 0,13 \times 3$ marquent la place de deux autres anneaux dont les distances au Soleil seraient 1,86 et 4,06. Dans ces régions, dont l'une est très rapprochée de Mars, l'autre, de Jupiter,

l'observation n'a signalé jusqu'ici que trois planètes, appartenant toutes à l'anneau le plus éloigné ($D = 3,94$; $3,95$; $4,26$).

» La formule précédente se fonde sur les hypothèses cosmogoniques que j'ai exposées dans une Communication antérieure (*Comptes rendus*, t. CXVI), et les confirme dans la mesure où elle s'accorde avec les observations.

» J'admets que le Soleil ($S_0$ ou S) gravite, avec d'autres soleils du même ordre ($\ldots S_{-1}, S_1, S_2, \ldots$) autour d'un astre central C, et que toutes les trajectoires, elliptiques et homofocales, appartiennent à un même plan.

» J'établis entre les moyens mouvements $n_{-1}$, $n_0$, $n_1$, $n_2$, $n_3$ la relation

$$n_i = \left(2^{i+2} - \tfrac{1}{5}\right)\pi.$$

» Le rapport $\frac{n_{i-1}}{n_i}$ diffère très peu de $\frac{1}{2}$; j'étends, par extrapolation, cette loi approchée aux valeurs entières de $i$ comprises en dehors des limites $(-1, 3)$.

» De même que les grandes marées terrestres correspondent aux conjonctions des trois astres intéressés, les époques les plus favorables à l'exagération des protubérances solaires, et, par suite, à la formation des planètes, doivent être celles où le Soleil se trouve, par rapport à l'astre central, en conjonction avec l'un des soleils $S_i$. »

MÉCANIQUE. — *Sur le mouvement d'un corps solide* (¹). Note de M. **G. Kœnigs**, présentée par M. Appell.

« 1. Une courbe quelconque liée à un corps solide en mouvement n'a généralement pas d'enveloppe. Toute courbe qui possède cette propriété peut être regardée comme la trajectoire relative d'un point dont la vitesse relative est portée par la même droite que la vitesse d'entraînement. Cela s'exprime par les équations

$$(1) \quad \frac{dx}{dt} = \lambda(\xi + qz - ry), \quad \frac{dy}{dt} = \lambda(\eta + rx - pz), \quad \frac{dz}{dt} = \lambda(\zeta + py - qx).$$

Dans ces formules, $x, y, z$ sont les coordonnées relatives du point mobile considéré, $p, q, r$ les composantes de la rotation, et $\xi, \eta, \zeta$ les composantes

---

(¹) J'ai donné les deux propositions qui vont suivre dans mes *Leçons de Cinématique*.

de la vitesse de l'origine du trièdre mobile. Enfin $\lambda$ est une fonction quelconque.

» Pour $\lambda = -1$, les équations (1) définissent les courbes du corps qui glissent sur des points fixes. Ces équations sont alors celles qu'il faut intégrer pour passer des quantités $p, q, r, \xi, \eta, \zeta$ au mouvement fini et continu lui-même. M. Darboux a, comme on sait, ramené ce problème à l'intégration d'une équation de Riccati, suivie de quadratures (*Leçons sur la Géométrie*, t. I, p. 22).

» Les raisonnements de M. Darboux s'appliquent aux équations (1), et l'équation de Riccati correspondante s'écrit

$$\frac{d\sigma}{dt} = -\lambda \frac{q+ip}{2} \sigma^2 + i\lambda r \sigma - \lambda \frac{q-ip}{2}. \tag{2}$$

» Seulement, comme $\lambda$ est une fonction quelconque du temps, on pourra disposer de $\lambda$ de façon à connaître *à priori* une solution de l'équation (2). Alors, on achèvera l'intégration de (2) et, par suite, tout le problème par des quadratures.

» Ainsi, bien que le mouvement fini exige la solution d'une équation de Riccati irréductible, correspondant à $\lambda = -1$, cependant, *il suffira de quadratures pour déterminer les courbes du corps qui ont une enveloppe.*

» 2. Considérons actuellement la surface réglée mobile $R_m$ qui, dans le mouvement, se raccorde constamment avec une surface réglée fixe $R_f$, *tout en glissant le long de la génératrice de contact;* roulement que Reuleaux, dans sa *Cinématique,* appelle *viration*. Supposons que l'on substitue à la surface fixe $R_f$ une autre surface $R'_f$, sur laquelle doit *virer* la surface $R_m$ de telle façon toutefois que le *pas* $h$ du mouvement hélicoïdal instantané demeure à chaque instant la même fonction du temps. Dans ces conditions, *les courbes liées à* $R_m$ *qui ont une enveloppe demeurent les mêmes, quelle que soit la surface réglée* $R'_f$.

» Par exemple, si $h = 0$, la surface $R_m$ roule sans glisser sur $R_f$, auquel cas $R_m$ et $R_f$ sont applicables, comme on sait. Si l'on substitue à $R_f$ une autre surface $R'_f$ également applicable sur $R_m$, les courbes liées à $R_m$ qui ont une enveloppe sont les mêmes dans les deux cas. Un cas simple est aisé à vérifier directement, c'est celui des surfaces développables. Si l'on fait rouler une développable sur un plan, les courbes qui, dans ce mouvement, ont une enveloppe sont aussi celles qui ont une enveloppe quand on fait rouler sans glissement la surface considérée sur une autre développable.

» Revenons au cas général; si l'on a construit un équipage formé ou engendré par ces courbes à enveloppes, et lié à la surface $R_m$ qui jouera le rôle de surface primitive, cet équipage *pourra servir indifféremment* pour guider soit le roulement de $R_m$ sur $R_f$, soit celui de $R_m$ sur $R'_f$. Ce théorème pourrait donc avoir une application pratique.

» 3. Je profite de cette occasion pour rectifier la fin d'une Note publiée au tome CXIV des *Comptes rendus*, page 729. Une inadvertance m'a fait écrire *transformation de Laplace* au lieu de *transformation de M. Moutard;* la formule qui suit doit être modifiée en conséquence. »

MÉCANIQUE. — *Sur une application du principe des aires.* Note de M. **L. Lecornu**, présentée par M. Appell.

« L'Académie me permettra peut-être de revenir un instant sur la question, récemment débattue devant elle, des mouvements par lesquels un animal, abandonné dans l'espace sans impulsion initiale, parvient à se retourner complètement. Je désire faire voir que ce résultat peut être obtenu sans modifier, à aucun instant, la forme extérieure non plus que les moments d'inertie, et que, par exemple, un ophidien dont l'axe serait assujetti à conserver une figure invariable n'aurait théoriquement aucune difficulté à effectuer une inversion analogue à celle du chat. La démonstration s'appuiera sur le lemme suivant, facile à vérifier :

» *Si une aire plane* S, *ayant par rapport à son centre de gravité* C *un rayon de gyration* K, *tourne autour de* C *avec une vitesse* $\omega$, *et si, en même temps, la ligne* OC, *de longueur constante a, issue d'un point fixe* O, *du plan, tourne en sens contraire autour de* O *avec une vitesse* $\varphi$, *on peut faire en sorte que la somme des aires décrites par les rayons vecteurs joignant le point* O *aux divers éléments de* S *soit nulle à chaque instant : il suffit pour cela de poser la relation* $\frac{\omega}{\varphi} = 1 + \frac{a^2}{K^2}$. *La rotation de* S *s'effectue alors avec la vitesse angulaire absolue* $\omega - \varphi$, *c'est-à-dire* $\frac{a^2}{K^2}\varphi$ : *c'est ce que l'on peut appeler la* vitesse de retournement.

» Cela posé, considérons un cercle de rayon invariable dont le plan reste perpendiculaire à une droite fixe D et dont le centre décrit un arc de courbe AB tracé sur un cylindre de rayon *a* ayant pour axe D. Si l'arc AB admet comme plan de symétrie une section droite du cylindre, le centre de gravité G du volume homogène V, engendré par le cercle, est situé

dans ce plan. On peut, en outre, d'une infinité de manières, s'arranger pour qu'il se trouve sur l'axe du cylindre : cela aura lieu, par exemple, si chacune des moitiés de l'arc AB, parcourue en s'éloignant du point milieu, fait exactement une fois le tour du cylindre et rencontre une génératrice quelconque sous le même angle que la génératrice diamétralement opposée. Imaginons maintenant que le volume V tourne autour de l'axe D avec une vitesse angulaire $\varphi$ et que, en même temps, chaque section circulaire tourne en sens contraire, autour de son centre, avec une vitesse angulaire $\omega$. Si K désigne le rayon de gyration du cercle et si la relation $\frac{\omega}{\varphi} = 1 + \frac{a^2}{K^2}$ est vérifiée, la somme des aires décrites, en projection sur un plan perpendiculaire à l'axe, par les rayons vecteurs joignant le centre de gravité G à tous les éléments du volume, est nulle à chaque instant en vertu du lemme. D'autre part, la somme des aires est nulle également en projection sur tout plan parallèle à l'axe : cela résulte immédiatement de la symétrie supposée.

» Rien n'empêche donc des forces purement intérieures de donner naissance à ce genre de mouvement : il suffit qu'elles agissent de manière à déformer progressivement, suivant une loi aisée à calculer, les *fibres* arbitrairement tracées, à l'instant initial, à la surface et à l'intérieur du volume. La rotation autour de l'axe, sans déformation apparente de la surface, résultera nécessairement de ce travail intérieur. Il est bon de remarquer que la figure extérieure diffère, aussi peu qu'on le veut, de celle d'un cylindre droit; car rien ne limite la petitesse du rayon $a$ du cylindre, sur lequel est enroulée la ligne AB; mais plus le rapport $\frac{a}{K}$ est petit, plus lente devient la vitesse de retournement correspondant à une vitesse de rotation déterminée.

» Un exemple encore plus simple de retournement dû à des forces intérieures serait fourni par un serpent, qui se tiendrait courbé dans un plan en forme de tore et dont les sections transversales tourneraient, chacune dans son plan, avec la même vitesse angulaire. Le théorème des aires serait manifestement respecté, et non seulement la figure extérieure serait permanente, mais encore elle paraîtrait immobile dans l'espace, tandis que le dos viendrait prendre la place du ventre et réciproquement. Il n'est pas impossible que des procédés de ce genre soient utilisés par certains animaux aquatiques. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations fonctionnelles.* Note de M. **Leau**, présentée par M. Appell.

« Soient les substitutions

$$x_1^{(j)} = \varphi_{1j}(x_1 \ldots x_n), \quad \ldots, \quad x_s^{(j)} = \varphi_{sj}(x_1 \ldots x_n), \quad \ldots, \quad x_n^{(j)} = \varphi_{nj}(x_1 \ldots x_n)$$
$$(j = 1, 2, \ldots, p),$$

où les fonctions $\varphi_{sj}$, holomorphes au point $a_1 a_2 \ldots a_n$, se réduisent à $a_s$ pour $x_1 = a_1, \ldots, x_n = a_n$, où, de plus, les fonctions $\varphi_{1j}$ se réduisent à $a_1$ pour $x_1 = a_1$; et soit $z^{(j)}$ le résultat de la substitution de $x_1^{(j)} \ldots x_u^{(j)}$ à $x_1 \ldots x_n$ dans une fonction $z$.

» Soit, d'autre part, le système

$$(1) \qquad \frac{\partial^{r_1} u_1}{\partial x_1^{r_1}} = \Phi_1, \qquad \frac{\partial^{r_2} u_2}{\partial x_1^{r_2}} = \Phi_2, \qquad \ldots, \qquad \frac{\partial^{r_m} u_m}{\partial x_1^{r_m}} = \Phi_m,$$

où les quantités $\Phi$ désignent des fonctions des variables $x_i$, des quantités $u_i$, $u_i^{(j)}$,

$$\frac{\partial^{\alpha_1+\alpha_2+\ldots+\alpha_n} u_i}{\partial x_1^{\alpha_1} \ldots \partial x_n^{\alpha_n}} \qquad \begin{pmatrix} \alpha_1 < r_1 \\ \alpha_1 + \ldots + \alpha_n \leqq r_i \end{pmatrix},$$
$$\left(\frac{\partial^{\alpha_1+\alpha_2+\ldots+\alpha_n} u_i}{\partial x_1^{\alpha_1} \ldots \partial x_n^{\alpha_n}}\right)^{(j)} \qquad (\alpha_1 + \alpha_2 + \ldots + \alpha_n < r_i),$$

$i$ parcourant les valeurs $1, 2, \ldots, m$ et $j$ les valeurs $1, 2, \ldots, p$.

» On peut étendre à un tel système, de la manière suivante, le théorème fondamental des équations aux dérivées partielles.

» Si

$$\left|\frac{\partial \varphi_{1j}}{\partial x_1}\right|_{x_1 = \alpha_1, \ldots, x_n = \alpha_n} < 1 \qquad \begin{pmatrix} j = 1, 2, \ldots, p \\ s = 2, 3, \ldots, n \\ k = 1, 2, \ldots, n \end{pmatrix};$$
$$\left|\frac{\partial \varphi_{sj}}{\partial x_k}\right|_{x_1 = \alpha_1, \ldots, x_n = \alpha_n} < \frac{1}{n-1}$$

si les quantités $x_i$, $u_i$, $u_i^{(j)}$, $\frac{\partial^{\alpha_1+\alpha_2+\ldots+\alpha_n} u_i}{\partial x_1^{\alpha_1} \ldots \partial x_n^{\alpha_n}}$, $\left(\frac{\partial^{\alpha_1+\alpha_2+\ldots+\alpha_n} u_i}{\partial x_1^{\alpha_1} \ldots \partial x_n^{\alpha_n}}\right)^{(j)}$, étant regardées comme des variables indépendantes, pour le système $x_i = a_i$, $u_i = u_i^{(j)} = b_i$,

$$\frac{\partial^{\alpha_1+\ldots+\alpha_n} u_i}{\partial x_1^{\alpha_1} \ldots \partial x_n^{\alpha_n}} = \left(\frac{\partial^{\alpha_1+\ldots+\alpha_n} u_i}{\partial x_1^{\alpha_1} \ldots \partial x_n^{\alpha_n}}\right)^{(j)} = b_{\alpha_1 \ldots \alpha_n, i} \qquad (\alpha_1 + \ldots + \alpha_n < r_i),$$
$$\frac{\partial^{\alpha_1+\ldots+\alpha_n} u_i}{\partial x_1^{\alpha_1} \ldots \partial x_n^{\alpha_n}} = b_{\alpha_1 \ldots \alpha_n, i} \qquad \begin{pmatrix} \alpha_1 < r_i \\ \alpha_1 + \ldots + \alpha_n = r_i \end{pmatrix},$$

les fonctions $\Phi$ sont holomorphes, il existe un système de fonctions $u_1$, $u_2, \ldots, u_m$ et un seul, vérifiant le système (1), holomorphes au voisinage du point $x_1 = a_1, \ldots, x_n = a_n$, et telles que l'on ait

$$u_i = \psi_i, \quad \frac{\partial u_i}{\partial x_1} = \psi_{i1}, \quad \ldots, \quad \frac{\partial u_i^{r_i-1}}{\partial x_1^{r_i-1}} = \psi_{i,r_i-1} \quad \text{pour} \quad x_1 = a_1,$$

pourvu que les fonctions $\psi_i, \psi_{i1}, \ldots, \psi_{i,r_i-1}$ soient des fonctions de $x_2, \ldots, x_n$ régulières au voisinage du point $a_2, \ldots, a_n$, et telles que l'on ait

$$\psi_i = b_i, \quad \frac{\partial^{\alpha_2+\ldots+\alpha_n}\psi_{i\alpha_1}}{\partial x_2^{\alpha_2}\ldots\partial x_n^{\alpha_n}} = b_{\alpha_1\ldots\alpha_n} \quad \text{pour} \quad x_2 = a_2, \quad \ldots, \quad x_n = a_n. \text{ »}$$

ALGÈBRE. — *Sur un théorème de M.* Bertrand. Note de M. **Cartan**, présentée par M. Picard.

« Il existe un certain nombre de démonstrations du célèbre théorème de M. Bertrand :

» *Si une fonction rationnelle de n lettres prend plus de deux valeurs distinctes par l'ensemble des substitutions effectuées sur ces n lettres, elle en prend au moins n,* sauf toutefois dans le cas $n = 4$.

» On n'a pas encore, je crois, remarqué que ce théorème dérive immédiatement de ce fait que *le groupe symétrique de n lettres n'admet, dans le cas où n est différent de 4, d'autre sous-groupe invariant que le groupe alterné,* proposition qui se démontre d'ailleurs par des procédés tout à fait élémentaires.

» Il suffit d'observer en effet que si une fonction rationnelle F de $n$ lettres prend $p$ valeurs distinctes lorsqu'on effectue sur ces $n$ lettres les substitutions d'un groupe G, ces $p$ valeurs sont échangées entre elles par un groupe $\Gamma$ nécessairement *transitif* et *isomorphe au groupe* G. L'ordre de ce groupe $\Gamma$ est donc à la fois un multiple de $p$ et un diviseur de $p!$.

» En particulier, si G est le groupe symétrique, l'ordre de tout groupe $\Gamma$ isomorphe à G ne peut avoir que l'une des valeurs $n!$ et 2. Dans le premier cas, $n!$ ne peut diviser $p!$ que si $p$ est *au moins égal à* $n$; dans le second cas, 2 ne peut être un multiple de $p$ que si $p$ est égal à 2. Donc toute fonction rationnelle de $n$ lettres qui prend plus de deux valeurs par les substitutions du groupe symétrique en prend au moins $n$.

» Le fait que le groupe alterné est *simple,* toujours si $n$ est différent de 4, montre que *toute fonction rationnelle non alternée de n lettres prend au moins n valeurs par les subtitutions du groupe alterné.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Réclamation relative à une Note précédente de* M. P. Stäckel, *sur des problèmes de Dynamique dont les equations différentielles admettent une transformation infinitésimale.* Extrait d'une Lettre de M. **Otto Staude** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Université de Rostock (Mecklembourg).

» Les *Comptes rendus* de la séance du 17 septembre 1894 contiennent deux théorèmes, communiqués par M. P. Stäckel. Je prends la liberté de faire observer à l'Académie que ces deux théorèmes ont été publiés par moi pour deux variables le 17 octobre 1892 (voir les *Berichte der Kgl. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig*, 1892, p. 435 et 438) et pour trois variables le 31 mai 1893 (*loc. cit.*, 1893, p. 518) et que la Communication de M. Stäckel ne contient qu'une extension de mes théorèmes de deux et trois à $n$ variables. J'ai l'honneur de joindre les deux publications citées à la présente Note. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la tempête du 12 novembre 1894.* Note de M. **Alfred Angot**, présentée par M. Mascart.

« Le 12 novembre 1894, une tempête d'une violence extraordinaire a sévi sur Paris et sur tout le nord-ouest de la France. Le centre de la dépression, qui se trouvait aux îles Scilly à $7^h$ du matin, passe à Cherbourg à $6^h$ du soir, puis remonte par le Pas-de-Calais et la mer du Nord; il arrive sur le Danemark le 13 à $7^h$ du matin. Le centre a traversé ainsi toute la Manche suivant une route plus méridionale que de coutume, ce qui explique la force exceptionnelle du vent dans le nord de la France. Une autre tempête, plus violente encore dans son ensemble, avait été observée le 17 novembre 1893; mais comme son centre avait passé beaucoup plus au nord, sur l'Écosse, le vent avait été moins fort à Paris que cette année.

» Au Bureau météorologique, le baromètre a été très bas de $17^h$ à $19^h$; il est difficile de donner l'heure exacte du minimum, car le mercure était en oscillations perpétuelles, phénomène ordinaire pendant les grandes tempêtes sur les montagnes, mais beaucoup plus rare à Paris. L'amplitude de ces oscillations a dépassé plusieurs fois $0^{mm},7$.

» La vitesse du vent au sommet de la tour Eiffel a été la plus grande

vers $18^h 13^m$ et $18^h 18^m$; à ces deux moments, le vent parcourait une distance de $5^{km}$ en un peu moins de deux minutes, soit $42^m$ par seconde; j'ai pointé, à deux reprises, une distance de $100^m$ parcourue en $2^s,2$, soit $45^m$ par seconde; dans ces conditions, il est probable que la vitesse maximum instantanée des rafales a dû atteindre au moins $50^m$.

» On trouvera dans le Tableau suivant, pour chaque heure, la vitesse moyenne du vent en kilomètres au Bureau météorologique et à la tour Eiffel, et, pour cette dernière station seulement, la vitesse en kilomètres de la composante verticale du vent, l'inclinaison moyenne du vent sur l'horizon, déduite du rapport des deux vitesses horizontale et verticale, et la direction du vent :

| Le 12 novembre. | Bureau météorologique. Vitesse du vent. | Tour Eiffel. Vitesse du vent. | Vitesse de la comp. verticale. | Inclinaison du vent. | Direction du vent. |
|---|---|---|---|---|---|
| | km | km | km | ° | |
| De midi à $13^h$.......... | 7 | 66 | 9,1 | 7,9 | S |
| De $13^h$ à $14^h$.......... | 7 | 68 | 8,5 | 7,1 | S¼SW |
| De $14^h$ à $15^h$.......... | 27 | 83 | 10,9 | 7,5 | SSW |
| De $15^h$ à $16^h$.......... | 18 | 93 | 12,6 | 7,7 | SSW |
| De $16^h$ à $17^h$.......... | 29 | 110 | 16,2 | 8,4 | S¼SW |
| De $17^h$ à $18^h$.......... | 36 | 118 | 18,0 | 8,7 | S¼SW |
| De $18^h$ à $19^h$.......... | 42 | 122 | 18,3 | 8,5 | SSW |
| De $19^h$ à $20^h$.......... | 40 | 121 | 17,8 | 8,4 | SSW |
| De $20^h$ à $21^h$.......... | 42 | 111 | 15,4 | 7,9 | SW¼S |
| De $21^h$ à $22^h$.......... | 40 | 99 | 10,5 | 6,1 | SW |
| De $22^h$ à $23^h$.......... | 30 | 102 | 5,5 | 3,1 | SW |
| De $23^h$ à minuit........ | 28 | 87 | 2,8 | 1,8 | SW¼W |
| De minuit à $1^h$ (le 13)... | 25 | 72 | 1,5 | 1,2 | WSW |
| De $1^h$ à $2^h$ (le 13)...... | 24 | 68 | 1,9 | 1,6 | WSW |

» Ces nombres, obtenus dans une position qui est soustraite aux perturbations que l'on peut craindre dans le voisinage du sol, donnent des renseignements précis sur le mouvement de l'air autour d'une dépression barométrique. Rappelons que, dans le cas présent, la station était située à droite de la trajectoire du centre et à une plus courte distance d'environ $200^{km}$.

» 1° A aucun moment, soit avant, soit après le passage du centre à sa plus courte distance de la station, la direction du vent observée ne peut être représentée par un mouvement circulaire autour du centre de la tempête; cette direction possède constamment une composante centripète très notable.

» 2° Pendant toute la durée de la tempête, le vent a présenté une composante verticale bien nette, dirigée de bas en haut. L'inclinaison du vent sur l'horizontale, maximum au moment où le centre de la tempête est le plus rapproché, est très grande encore et presque la même dans la portion antérieure du tourbillon. Elle devient très faible au contraire à une certaine distance dans la partie postérieure.

» 3° Dans la moitié antérieure du tourbillon, la composante verticale du vent est constamment ascendante, sans aucune alternance de vents descendants. Il en est encore de même dans les premières parties de la moitié postérieure; mais, dans les parties plus éloignées on observe de fréquentes alternatives de mouvements ascendants et descendants, les premiers l'emportant toutefois sur les seconds. La vitesse absolue de ces mouvements verticaux est du reste très faible en comparaison de la vitesse horizontale, de sorte que, tout à fait à l'arrière de la dépression, le vent est à peu près exactement horizontal.

» D'autres tempêtes observées antérieurement avaient donné des résultats analogues, mais qui se rapportent tous également à la partie du tourbillon située à droite de la trajectoire. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le passage de l'acide propionique à l'acide lactique.* Note de M. **Fernand Gaud.** (Extrait.)

« .... En opérant sur une masse de liquide assez considérable (500$^{gr}$, contenant 50$^{gr}$ d'alcool propylique, répartis en une vingtaine de tubes) et chauffant à 240° pendant deux cents heures avec la liqueur de Fehling, j'ai retiré 4$^{gr}$ environ d'un premier acide et 3$^{gr}$,50 d'un second, répondant tous deux sensiblement à la formule $C^3H^6O^3$. L'essai cryoscopique a donné 88-89 pour poids moléculaire. L'étude des propriétés chimiques a permis d'identifier le premier acide à l'acide éthylidénolactique, et le second à l'acide lactique ordinaire.

» Cette transformation de l'acide propionique en acide lactique, créant d'un groupe hydrocarboné une fonction alcoolique, n'a rien qui doive bien surprendre. On savait déjà que l'acide acétique, homologue inférieur de l'acide propionique, peut échanger son groupe méthyle contre un noyau alcoolique, et donner de l'acide glycolique par saponification aqueuse de son sel de cuivre. Cette réaction dégage près de $+47$ calories et se produit seulement en solutions très concentrées (40 pour 100). Dès qu'il y a

dilution, l'accroissement de masse des liquides dissémine cette quantité de chaleur et rend possible une seconde réaction produisant encore + 90 calories dans ces conditions défavorables. L'acétate de cuivre se décompose en oxydule, $CO^2$ et acide acétique, une molécule d'acide se trouvant dissociée.

» Dans le cas présent, la formation d'acide lactique à partir de l'acide propionique dégage + 1 calorie, calculée d'après l'équation

$$2[(C^3H^5O^3)^2Cu] + 2H^2O = Cu^2 + 2(C^3H^6O^3) + 2(C^3H^6O^2).$$

» La seule autre réaction qu'il soit permis de supposer possible

$$2[(C^3H^5O^3)^2Cu] + 2H^2O = 2CuO + 4(C^3H^6O^2)$$

est endothermique et absorbe — 8,4 calories.

» En vertu du principe du travail maximum, la première réaction se produira dans tous les cas où aucun autre agent que la chaleur n'interviendra.

» Il est facile de se rendre compte de ce fait : il suffit de chauffer à 180°-200° du propionate de cuivre avec un excès d'eau. Au bout de cinquante à soixante heures, on trouve dans les tubes du cuivre métal cristallisé, de petites quantités d'oxyde cuivreux, de l'acide propionique et de l'acide lactique dissous dans l'eau avec un excès de propionate non décomposé. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les éthers-sels dérivés de l'alcool amylique actif.* Note de MM. **Ph.-A. Guye** et **L. Chavanne**, présentée par M. Friedel.

« Dans une Note antérieure [1] nous avons attiré l'attention sur le fait que le pouvoir rotatoire des éthers de l'acide valérique et de l'acide glycérique passe par une valeur maxima pour reprendre des valeurs décroissantes à mesure que l'on considère des termes plus élevés dans chaque série, résultat qui confirme une des conséquences possibles de la formule du produit d'asymétrie [2].

» Depuis cette publication, MM. Frankland et Mac Gregor ont purifié les éthers-sels de l'acide glycérique avec plus de soin qu'ils ne l'avaient

---

(1) Guye et Chavanne, *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 1454.
(2) Guye, *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 1451.

fait et préparé quelques nouveaux éthers du même acide [1]. De leurs recherches résulte que le maximum correspond à l'éther butylique (et non plus à l'éther propylique), mais ne peut cependant faire l'objet d'aucun doute.

» De notre côté, nous avons achevé l'étude des éthers-sels de l'alcool amylique actif primaire [2], étude dont nous présentons aujourd'hui les principaux résultats.

» Les éthers-sels que nous avons préparés au moyen de l'alcool actif de la maison G. Claudon $[(\alpha)_D = -4,40]$ dérivent tous des acides saturés $C^nH^{2n}O^2$ de la série normale; cette condition est nécessaire pour la comparabilité des résultats. Nous avons cru bien faire de pousser l'étude de ces éthers jusqu'aux termes élevés représentés par le palmitate et le stéarate d'amyle. C'était, en effet, le seul moyen de s'assurer : 1° que le pouvoir rotatoire passe par un *seul* maximum, ainsi que le fait prévoir la formule du produit d'asymétrie dans le cas des éthers-sels amyliques, et 2° que les termes les plus élevés restent tous dextrogyres, sans qu'aucun d'eux redevienne lévogyre, ainsi qu'on serait en droit de le supposer en prolongeant la première partie de la courbe descendante qui figure les pouvoirs rotatoires décroissants. A ce double point de vue les résultats de nos nouvelles recherches, consignés dans le Tableau ci-dessous, confirment en tous points les considérations théoriques développées antérieurement.

| Éthers. | Formules. | Température d'ébullition. H = 727 (moyenne). | Densités à 21°-24°. | Données polarimétriques. | | Rotation spécifique $[\alpha]_D$. | Produit d'asymétrie. $P \times 10^6$. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | $\alpha_D$. | L. | | |
| Formiate d'amyle....... | $C^6H^{12}O^2$ | 120-122 | 0,882 | + 3,54 | 2 | + 2,01 | 332 |
| Acétate d'amyle........ | $C^7H^{14}O^2$ | 138-139 | 0,872 | + 4,42 | 2 | + 2,53 | **374** |
| Propionate d'amyle..... | $C^8H^{16}O^2$ | 156-158 | 0,869 | + 4,69 | 2 | + **2,77** | 373 |
| Butyrate *n.* d'amyle.... | $C^9H^{18}O^2$ | 173-176 | 0,862 | + 2,37 | 1 | + 2,69 | 351 |
| Valérate *n.* d'amyle..... | $C^{10}H^{20}O^2$ | 195-197 | 0,860 | + 2,16 | 1 | + 2,52 | 321 |
| Caproate *n.* d'amyle.... | $C^{11}H^{22}O^2$ | 212-114 | 0,859 | + 1,03 | 0,5 | + 2,40 | 289 |
| Heptylate *n.* d'amyle... | $C^{12}H^{24}O^2$ | 232-235 | 0,861 | + 0,95 | 0,5 | + 2,21 | 258 |
| Caprylate *n.* d'amyle... | $C^{13}H^{26}O^2$ | 250-253 | 0,860 | + 0,90 | 0,5 | + 2,10 | 229 |
| Nonylate *n.* d'amyle.... | $C^{14}H^{28}O^2$ | 262-265 | 0,861 | + 0,84 | 0,5 | + 1,95 | 204 |
| Laurate *n.* d'amyle..... | $C^{17}H^{34}O^2$ | 305-308 | 0,859 | + 0,67 | 0,5 | + 1,56 | 144 |
| | | Température fusion. | | | | | |
| Palmitate *n.* d'amyle... | $C^{21}H^{42}O^2$ | 9,5 | 0,854 | + 2,19 | 2 | + 1,45 | 93,5 |
| Stéarate *n.* d'amyle..... | $C^{23}H^{46}O^2$ | 20-21 | 0,855 | + 1,09 | 1 | + 1,27 | 76,7 |

(1) Frankland et Mac Gregor, *Journ. of Chem. Soc.*, p. 1410; 1893.

(2) Nos premières données, sur ce sujet, ont été insérées au *Bull. Soc. Chim.*, 3e série, t. IX, p. 404.

» En regard des pouvoirs rotatoires spécifiques, nous avons inscrit les valeurs du produit d'asymétrie, calculées par la formule simplifiée

$$P = \frac{(a-b)(a-c)(a-d)(b-c)(b-d)(c-d)}{(a+b+c+d)^6}.$$

» Les valeurs de $[\alpha]_D$ et de P passent par un maximum qui correspond au propionate d'amyle pour les premières et à l'acétate d'amyle pour les secondes. La formule dont nous avons fait usage est donc insuffisante pour déterminer *a priori* la position tout à fait exacte du maximum; mais elle en fait cependant prévoir l'existence, point qui nous semble très important.

» Les limites de cette publication ne nous permettent pas de relater le détail des observations faites en préparant et étudiant ces douze éthers amyliques. Nous désirons cependant présenter dès maintenant quelques remarques.

» Lorsqu'on prépare les éthers-sels de l'alcool amylique (surtout les éthers inférieurs à points d'ébullition peu élevés) par éthérification d'un mélange d'acide et d'alcool, on éprouve une sérieuse difficulté à enlever les dernières traces d'alcool amylique non éthérifié; plusieurs distillations fractionnées, menées avec le plus grand soin, ne conduisent pas au résultat cherché; nous avons remarqué que l'on pouvait employer dans ce but, et sans le moindre inconvénient, l'anhydride phosphorique recommandé par M. S. Young (¹); on enlève ainsi les dernières traces d'alcool amylique; c'est le seul moyen d'obtenir ces éthers amyliques avec un pouvoir rotatoire bien constant et toujours le même.

» Nous avons saponifié, dans des conditions aussi identiques que possible, deux de ces éthers, le formiate et le palmitate d'amyle. Aux erreurs d'expériences près, l'alcool amylique régénéré présentait dans l'un et l'autre cas le même degré d'activité que l'alcool primitivement employé.

» Ce résultat répond à deux objections qu'on peut faire à nos mesures polarimétriques :

» 1° L'alcool amylique employé étant en réalité un mélange d'alcool actif et inactif, il se pourrait que l'un des deux alcools ne s'éthérifiât pas avec la même vitesse, en présence d'un acide volatil comme l'acide formique ou d'un acide à point d'ébullition très élevé comme l'acide palmitique. Dans ce cas le passage de $[\alpha]_D$ par un maximum pourrait fort bien

(¹) S. Young et Thomas, *Journ. of chem. Soc.*; 1894.

être fortuit (¹). Notre expérience de saponification montre qu'il n'en est rien. Les observations de M. Menchoutkine (²) sur la vitesse unique d'éthérification des alcools primaires avec les acides gras de la série normale permettaient de prévoir ce résultat; de même aussi celles de M. Freundler (³), confirmées par M. Simon (⁴), sur l'impossibilité de dédoubler des racémiques par simple éthérification.

» 2° En admettant même qu'il n'y ait aucune différence dans l'éthérification des termes inférieurs et supérieurs de la série, leur purification par distillation fractionnée pourrait provoquer une racémisation partielle, d'autant plus prononcée que la température d'ébullition est elle-même plus élevée; dans ce cas le maximum de $[\alpha]_D$ pourrait être le résultat d'une circonstance fortuite (⁵). Les expériences de saponification effectuées sur le formiate et le palmitate d'amyle prouvent que cette cause d'erreur n'est pas à craindre (⁶). »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur le chlore, dit* organique, *de la sécrétion gastrique.* Note de M. H. LESCŒUR, présentée par M. Troost.

« On connaît depuis longtemps l'existence, dans le suc gastrique, de chlorures métalliques et d'acide chlorydrique libre. M. Ch. Richet a, de plus, signalé dans ces sécrétions, des combinaisons organiques chlorées, et MM. Hayem et Winter ont donné une méthode pour apprécier la quantité de ce *chlore organique* (⁷).

» Pour l'analyse du suc gastrique, ils opèrent simultanément sur trois prises d'échantillon *a*, *b*, *c*; *a*, calciné en présence de carbonate de soude, donne le chlore total; *b*, évaporé d'abord à 100°, puis additionné de carbonate de soude et calciné, donne, par différence, l'acide chlorhydrique libre $a-b$; *c*, calciné sans l'addition d'alcali, donne les chlorures métalliques et, par différence, le chlore organique $b-c$. L'acide chlorhydrique

---

(¹) Cette objection a été formulée par MM. Frankland et Mac Gregor (*loc. cit.*).

(²) MENCHOUTKINE, *Handbuch d. org. Chem. de Beilstein*, 3e édition, t. I, p. 218.

(³) FREUNDLER, *Thèse*, p. 16. Paris, 1894.

(⁴) SIMON, *Bull. Soc. chim.*, (3), t. XI, p. 767.

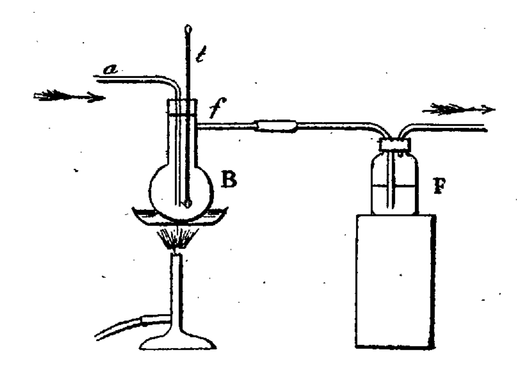
(⁵) Cette objection a été énoncée par M. Van't Hoff (*Lagerung der Atome im Räume*, p. 118, 1894).

(⁶) Genève, laboratoire de Chimie de l'Université.

(⁷) HAYEM et WINTER, *Du Chimisme stomacal*. Paris, Masson; 1891.

et le chlore organique sont ainsi obtenus *indirectement*. Nous avons indiqué, en 1892, les inconvénients de cette méthode et proposé, en collaboration avec M. le Dr Malibran (¹), une disposition permettant de recueillir les produits chlorés et de les titrer directement.

» Notre appareil se compose d'un petit ballon B fermé par un bouchon à deux trous pour laisser passer un thermomètre *t*, et un tube de verre *a*, descendant tous deux à peu de distance du fond.




» Le ballon porte une tubulure latérale *f* qui le relie par un caoutchouc avec le flacon barboteur F. Celui-ci communique avec un aspirateur ou une trompe, qui détermine le passage d'un courant d'air entrant en *a*, circulant dans le ballon B et venant enfin barboter dans le flacon F, où se condensent les produits volatils entraînés. Le ballon est chauffé à la température convenable par un bain-marie ou un petit bain de sable. Rien n'empêche de fractionner l'opération, notamment de recueillir d'abord les produits volatils à 100°, puis les produits de la carbonisation, pour rendre les résultats comparables à ceux de MM. Hayem et Winter.

» Un certain nombre d'essais, faits comparativement par les deux procédés, ont montré :

» 1° En ce qui concerne l'acide chlorhydrique libre, que les deux méthodes s'accordent à la condition de ne point dépasser 100° de part et d'autre;

» 2° En ce qui concerne le chlore dit *organique*, qu'il y a généralement avec l'appareil en verre un déficit de chlore (compensé par un excès des chlorures fixes demeurant dans le charbon). Cependant, en poussant la température à 200° et au-dessus, l'accord tend à s'établir.

---

(¹) Lescœur et Malibran, *Recherche et séparation de l'acide chlorhydrique libre* (*Bulletin médical du Nord;* 1892).

» On trouve la cause de ce désaccord en fractionnant les produits chlorés qui se volatilisent dans cette phase de l'opération.

» Au-dessous de 130° on recueille de l'acide chlorhydrique pur, correspondant sans doute à la dissociation de composés peu stables formés par l'acide chlorhydrique. Au-dessus de 130°, le produit condensé, qui est souvent neutre ou alcalin, renferme ordinairement du chlorhydrate d'ammoniaque (qui exige une température élevée pour être entraîné en totalité).

» Ce composé provient, en partie au moins, d'une réaction pyrogénée entre le chlorure de sodium et les albuminoïdes. Ainsi, dans une digestion contenant (eau, 100$^{gr}$; peptone, 3$^{gr}$,25; NaCl, 0,234), il a disparu dans la distillation 0$^{gr}$,054 de NaCl et l'on a trouvé dans les produits volatilisés 0$^{gr}$,045 de chlorhydrate d'ammoniaque.

» Il y a donc, dans le *chlore organique* de MM. Hayem et Winter, deux portions. L'une correspond à des composés neutres, tels que le chlorhydrate d'ammoniaque, formés, en partie au moins, aux dépens du chlorure de sodium par une réaction pyrogénée, et constitue une donnée artificielle. L'autre partie correspond à de l'acide chlorhydrique rendu libre par l'action de la chaleur, à une température peu supérieure, en général, à 100°.

» Ces deux portions de l'acide chlorhydrique non seulement se distinguent difficilement entre elles, les températures auxquelles elles deviennent libres se confondant presque, mais leurs proportions respectives changent rapidement dans l'intervalle des opérations d'analyse.

» Ainsi nous avons trouvé :

| | Suc gastrique n° 1. | | Suc gastrique n° 2. | |
|---|---|---|---|---|
| | HCl libre. | HCl faiblement combiné. | HCl libre. | HCl faiblement combiné. |
| Au moment de la remise.... | 0,580 | 2,540 | 0,820 | 1,000 |
| Après 24 heures........... | 0,110 | 2,950 | 0,500 | 1,330 |
| Après 48 heures........... | | | 0,347 | 1,450 |

» On voit que, en dehors de toute action stomacale, l'acide chlorhydrique libre diminue et tend à disparaître dans les sécrétions tardivement examinées.

» *En résumé*, le chlore dégagé du suc gastrique par la chaleur, à l'état d'acide chlorhydrique, évalué en bloc, est susceptible de mesures précises et paraît avoir une signification physiologique simple. Mais la distinction entre l'acide chlorhydrique libre et l'acide chlorhydrique faiblement combiné et surtout la notion de *chlore organique* sont loin d'avoir la même

simplicité. Il y aura lieu, pour l'application clinique, à préciser ces données.

» On remarquera que la notion du chlore organique, un moment introduite dans la chimie de l'urine par l'application à son analyse de la méthode de MM. Hayem et Winter (¹), a dû disparaître devant les expériences plus précises de MM. Petit et Terrat (²). »

CHIMIE ANIMALE. — *Sur la composition du pigment rouge du* Diemyctylus viridescens, *Rafinesque*. Note de M. **A.-B. Griffiths.**

« Les échantillons vivants de ce petit lézard américain (la phase rouge) m'ont été envoyés par M. S.-H. Gage, professeur de Physiologie à l'Université Cornell, États-Unis.

» J'ai traité d'abord les peaux par l'alcool bouillant et l'éther; le pigment et les graisses sont solubles dans ces réactifs. La solution filtrée a été évaporée à sec; le résidu a été traité par une solution de soude, dont on a extrait le pigment par le sulfure de carbone ou la benzine. L'évaporation spontanée a laissé le pigment comme résidu amorphe.

» Les analyses de ce pigment ont donné les résultats suivants :

| | Trouvé. | | Calculé pour |
|---|---|---|---|
| | I. | II. | $C^{20}H^{18}Az^{2}O^{7}$. |
| Carbone | 60,27 | » | 60,30 |
| Hydrogène | 4,52 | » | 4,52 |
| Azote | » | 7,16 | 7,04 |
| Oxygène | » | » | 28,14 |

» Ces résultats répondent à la formule $C^{20}H^{18}Az^{2}O^{7}$.

» Les solutions de ce pigment ne donnent pas au spectroscope de bandes caractéristiques d'absorption (³). Le pigment est soluble dans l'alcool, l'éther, la benzine et le sulfure de carbone; insoluble dans l'eau, les acides et les alcalis.

» Par l'action prolongée de l'acide chlorhydrique bouillant, il se con-

---

(¹) Berlioz et Lépinois, *Journal de Pharmacie et de Chimie*, 5ᵉ série, t. XXIV, p. 288.

(²) Petit et Terrat, *Journal de Pharmacie et de Chimie*, 5ᵉ série, t. XXIX, p. 585.

(³) Voir S.-H. Gage, *American Naturalist*, p. 1095; 1891.

vertit en l'acide urique : il est probable que c'est un dérivé de l'acide urique qui est déposé sous l'épiderme par les cellules errantes, c'est-à-dire qu'il est d'une nature excrétoire. Je lui ai donné provisoirement le nom de *diémyctyline*. ».

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur les cuirs acidés.* Note de MM. **Balland** et **Maljean**.

« On sait avec quelle rapidité le gonflement des peaux s'opère dans les jusées additionnées d'acide sulfurique; on sait que cet acide a encore pour effet d'atténuer la couleur trop foncée que présentent les cuirs tannés aux extraits, et de leur donner la nuance des premiers-choix du commerce. De là l'usage d'employer l'acide sulfurique dans les tanneries de cuirs forts, où l'on tient à faire vite. Cet emploi n'est pas sans inconvénient pour les chaussures, car les cuirs ainsi tannés retiennent toujours une quantité d'acide suffisante, avec le temps, pour désagréger les semelles, attaquer les clous et brûler les coutures. Aussi, l'Administration de la Guerre refuse-t-elle aujourd'hui, d'une façon absolue, tous les cuirs acidés à l'acide sulfurique.

» Dans la pratique, la présence de cet acide, tant est grande son affinité pour la peau, est difficile à mettre en évidence. Le procédé préconisé autrefois par l'un de nous, à la suite de nombreux essais sur des échantillons de tans, de peaux et de cuirs, consiste simplement à faire macérer pendant vingt-quatre heures le cuir coupé en petits morceaux dans une faible quantité d'eau distillée. Si le cuir est acide, la solution est très nettement acide et donne avec le chlorure de baryum acidulé par l'acide chlorhydrique un précipité manifeste de sulfate de baryte; les cuirs tannés d'après les procédés classiques, essayés comparativement, ne donnent aucun trouble (1).

» Ce n'est là qu'un essai qualitatif, car il reste toujours de l'acide dans le cuir, malgré les épuisements successifs qu'on lui fait subir. Nous avons poursuivi ces premières études au laboratoire de l'Administration de la Guerre et nous sommes arrivés à quelques données plus précises que l'on peut ainsi résumer :

---

(1) Balland, *Recherches sur les cuirs employés aux chaussures de l'armée* (*Revue de l'Intendance militaire*, 1891).

» 1. Les peaux telles qu'on les trouve dans les tanneries, au moment où on les met dans la jusée de tan, contiennent environ 72 pour 100 d'eau. Elles peuvent prendre en cet état une nouvelle quantité d'eau lorsqu'on les plonge dans des bains acidulés par l'acide sulfurique. La prise d'eau est plus élevée dans les bains à 1 pour 500 ou à 1 pour 1000 que dans les bains à 1 pour 100; elle atteint 100 pour 100 dans le premier cas, alors qu'elle dépasse à peine 50 pour 100 dans le second.

» 2. Dans tous les cas, cette prise d'eau acquiert son maximum vers le troisième jour, pour rester ensuite à peu près stationnaire. La peau, à ce moment, a atteint son maximum de gonflement et a également absorbé son maximum d'acide sulfurique.

» 3. Il n'y a pas de rapport entre la proportion d'eau absorbée et la quantité d'acide retenue par la peau; d'autre part, cette quantité d'acide apparaît indépendante du degré de concentration des bains acidulés : elle est relativement peu variable ($1^{gr},32$ à $1^{gr},64$ pour 100 de peau fraîche, soit $3^{gr},64$ à $5^{gr},85$ pour 100 de peau sèche). Il résulte de l'affinité de l'acide sulfurique pour la peau qu'un bain acidulé peut être épuisé par les premières peaux que l'on y plonge, à tel point que celles que l'on y ajoute ensuite n'y trouvent plus d'acide ou beaucoup moins. Comme conséquence, les cuirs que l'on en retirera plus tard, bien qu'ayant subi les mêmes opérations (fait à retenir en matière d'expertise), contiendront des proportions d'acide différentes.

» 4. Les peaux gonflées par l'acide sulfurique perdent la plus grande partie de cet acide au cours des opérations qu'on leur fait subir pour le tannage; mais, malgré un séjour plus ou moins prolongé en fosses, les cuirs qu'elles fournissent retiennent toujours de l'acide. Toutefois, ces cuirs ne cèdent à l'eau ou à l'alcool absolu (après dessiccation préalable du cuir à une température inférieure à 100°) qu'une partie de leur acide et, au maximum, les deux tiers si l'on a recours à plusieurs épuisements successifs.

» 5. Les cendres des cuirs non acidés ou acidés, obtenues par calcination directe, ne contiennent qu'une faible quantité de sulfates venant de la peau ou des matières employées au tannage. Les cendres provenant des mêmes cuirs préalablement traités par un léger excès de carbonate de potasse en laissent davantage; l'augmentation vient, d'une part, du soufre contenu dans la peau; d'autre part, de l'acide sulfurique ajouté aux jusées.

» Par la calcination directe, les cuirs forts tannés par les procédés classiques donnent, à l'état sec, $0^{gr},037$ à $0^{gr},066$ pour 100 d'acide sulfurique monohydraté. Les cuirs acidés donnent le plus souvent les mêmes résultats; dans quelques cas, paraissant se rattacher à un mode d'épilage des peaux autre que l'échauffe généralement employée pour les cuirs forts, on a trouvé jusqu'à $0^{gr},233$ pour 100.

» Par l'incinération après addition préalable de carbonate de potasse, on obtient généralement, avec les cuirs non acidés, $0^{gr},098$ à $0^{gr},172$ pour 100 et, avec les acidés, $0^{gr},196$ à $0^{gr},550$. La peau fraîchement épilée ne donne que $0^{gr},071$ pour 100 et, par incinération directe, $0^{gr},047$.

» Ces données, rapprochées des résultats fournis par les macérations des cuirs dans l'eau ou l'alcool absolu, permettent d'affirmer qu'un cuir est acidé et d'évaluer approximativement la quantité d'acide qu'il renferme.

» Nous opérons le dosage des sulfates comme il suit :

» On prend 20$^{gr}$ de cuir à examiner : on en fait deux parts, de 10$^{gr}$ chacun, que l'on coupe en petits morceaux.

» L'une est mise dans une capsule et convenablement arrosée avec une solution à 1 pour 100 de carbonate de potasse pur; on porte la capsule à l'étuve et, lorsque la dessiccation est complète, on procède à l'incinération, qui dure environ deux heures. Les cendres sont traitées par un léger excès d'acide azotique étendu, puis additionnées d'eau distillée, de façon à avoir, après la filtration et le lavage du filtre, 30$^{cc}$ à 40$^{cc}$ de liquide. On précipite à chaud par le chlorure de baryum et on pèse le sulfate de baryte obtenu, après l'avoir recueilli sur un filtre, lavé, séché et calciné.

» La deuxième portion est mise en même temps dans une autre capsule et portée directement à l'étuve, sans addition de carbonate de potasse. Lorsque la dessiccation est complète, on note la perte de poids éprouvée, afin d'avoir la proportion d'eau contenue dans le cuir; puis on calcine et opère comme précédemment. Le poids du sulfate de baryte obtenu, retranché du poids trouvé dans le premier cas, permet d'évaluer l'acide sulfurique ajouté et de le rapporter à 100 parties de cuir desséché. »

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Nouveau phénomène entoptique*. Note de M. S. Tchiriew, présentée par M. Ranvier.

« Université impériale de Saint-Wladimir (Russie).

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie un nouveau phénomène entoptique, que j'ai aperçu pour la première fois au mois de mai dernier, et que j'observe depuis bientôt six mois sans pouvoir l'expliquer par les particularités de la structure de l'œil.

» Les fenêtres de ma chambre à coucher sont tournées à l'occident. En me réveillant au mois de mai, entre 3$^h$ et 4$^h$ du matin, et en regardant le plafond blanc, encore faiblement éclairé, j'aperçus que tout l'espace que pouvaient embrasser mes regards était bariolé d'un réseau de carrés d'une forme assez régulière; les lignes de ce réseau étaient plus claires, le fond était plus foncé. Si je regardais ce réseau un temps plus long qu'il n'en faut pour un simple coup d'œil, il disparaissait; si je fermais les yeux et si, quelques instants après, je regardais de nouveau le plafond, j'apercevais encore le réseau qui, après avoir été visible quelques dixièmes de seconde, disparaissait derechef.

» En répétant plusieurs fois la même expérience, c'est-à-dire en fermant les yeux et en regardant successivement le plafond, j'obtiens chaque fois le même dessin. Mais, à mesure que je continue cette observation, le réseau devient de moins en moins visible et finit par disparaître entièrement. Alors, j'ai beau fermer les yeux et regarder ensuite le plafond, le phénomène ne reparaît plus.

» Au mois de juin, ce phénomène m'apparaît environ à la même heure, c'est-à-dire entre 3$^h$ et 4$^h$ du matin. Par contre, les mois suivants : en juillet, en août, etc.,

il apparaît plus tard, de sorte qu'à présent, au mois d'octobre, je ne puis l'observer qu'entre 6h et 7h du matin.

» Le résultat du mesurage de ces carrés fut que, sur la rétine, ils avaient de tous les côtés un peu moins de 1mm de longueur. Les lignes du réseau ne sont pas tout à fait droites; elles sont ondoyantes par endroits. Ces lignes sont d'une certaine largeur. Les regards jetés en haut et à droite, ou en haut et à gauche, changent la position apparente du dessin, c'est-à-dire que les lignes lumineuses ou les cloisons précédemment verticales, ne vont plus verticalement du haut en bas, mais du haut et du côté droit en bas et à gauche, ou du haut et du côté gauche en bas et à droite. Quelquefois il se produit, dans les espaces rectangulaires du réseau, des lignes encore plus fines et tortueuses.

» Si nous cherchons à expliquer ce phénomène, nous devrons admettre, en raison de ce que les cloisons des carrés nous paraissent plus claires que le fond, que la perception par la rétine se produit suivant ces cloisons; et, prenant en considération que la couche extérieure de la rétine, à savoir la couche des cônes et des bâtonnets, est la seule sensible à la lumière, nous devrons aussi admettre que c'est dans cette couche que se produit la perception. De plus, prenant aussi en considération que ces cloisons ont la forme de réseaux rectangulaires, nous devrons admettre que dans les couches antérieures de la rétine il existe des figures ayant la même forme et grandes de moins de 1mmq chacune et que, conformément à celles-ci, les couches antérieures de la rétine perçoivent plus aisément la lumière que les autres.

» L'examen de plusieurs coupes transversales de la rétine, teintes de différentes substances, que mon collègue, le professeur Yakimovitch, a eu l'amabilité de mettre à ma disposition, n'a rien montré qui puisse être pris pour des éléments ou des régions de la rétine. La grandeur de ces cloisons doit nous prouver qu'elles ne peuvent être identifiées à la disposition des bâtonnets autour des cônes. Il va sans dire que la grandeur des carrés visibles dépend de la distance qui sépare l'œil de la surface blanche; ils nous paraissent beaucoup plus grands lorsque nous regardons une surface plus éloignée de l'œil, et, relativement plus petits, lorsque cette surface est plus rapprochée.

» Ce qui précède me paraît constituer un nouveau phénomène entoptique très intéressant. Il n'est plus produit sur la rétine par des objets opaques de l'œil même; il se produit de lui-même dans la couche de la rétine la plus sensible à la lumière, et ce n'est que lorsque la rétine est le plus impressionnable, ce qui arrive après un long repos pendant le sommeil, et lorsque la lumière est la moins forte. Les tentatives que nous avons

faites pour obtenir des cloisons teintes en différentes couleurs, en appliquant à la surface blanche des morceaux de papier de différentes couleurs, n'ont donné aucun résultat positif, car, vues à un pareil degré de lumière, les couleurs ne peuvent encore être distinguées et ne nous paraissent que comme des parties sombres.

» Ce phénomène a été constaté par plusieurs de mes amis.

» Faute de pouvoir l'expliquer d'une manière plus ou moins satisfaisante par la structure de la rétine, qui seule peut en donner une explication, je crois devoir le communiquer dès à présent. »

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Principes de chroologie ou synthèse physiologique de la couleur.* Note de M. **W. Nicati**, présentée par M. Ranvier.

« La couleur, en Physiologie *sensation ou apparence de la lumière,* présente, avec une gamme fondamentale des clartés ou *valeurs,* une série de phénomènes à grouper synthétiquement et à étudier dans leur mécanisme et leur évolution ([1]).

» I. *Gamme des tensions et protochroïsme.* — Nous appelons *tension chroïque,* pour des motifs empruntés à l'Électrochimie, l'expression du phénomène de Purkinje à définir : « Les modifications de la sensation de valeur par rapport aux changements d'intensité lumineuse objective suivant les radiations que l'on considère, étudiées dans le champ de vision directe ou centrale. » Elles sont distribuées dans le spectre en une gamme décroissante avec la longueur d'onde, ayant par conséquent son maximum dans le rouge et son minimum dans le violet. La gamme des tensions est l'expression des *inégalités d'action photochimique* des diverses radiations sur la photopsine ou substance rétinienne sensible à la lumière. Le *protochroïsme* est l'état d'yeux doués de la seule gamme des tensions, connu sous le nom impropre d'*achromatopsie.* Ces yeux peuvent apprendre à distinguer les radiations extrêmes à leur inégale variabilité aux changements quantitatifs de lumière.

» II. *Gamme des ardeurs et métachroïsme.* — Les températures chroïques ou *ardeurs* (chaud-froid des peintres) n'existent pas dans le centre du

---

([1]) Cette synthèse représente une théorie physiologique de la couleur, nouvelle dans son ensemble et plus compréhensive que les théories actuellement en présence de Young-Helmholtz et de Hering.

champ visuel. Elles sont une modification aux tensions ayant leur maximum dans le jaune et leur minimum dans le bleu. Violet est en effet plus chaud que bleu et rouge moins chaud que jaune vif. La gamme des ardeurs est le fait des *absorptions par la chromophotopsine* ou pourpre rétinien qui n'existe pas dans la fossette centrale de la rétine. La coloration de cette substance, en passant du lilas et peut-être du bleu au jaune par l'éclairement, provoque l'absorption du jaune dans les éclairages faibles et celle du bleu dans les éclairages forts. Le *métachroïsme* (ou daltonisme) est l'état d'yeux doués du double sens des tensions et des ardeurs. Ces yeux distinguent non seulement une vague différence entre les radiations extrêmes, par le moyen des tensions, mais ils distinguent fort bien le jaune du bleu, extrêmes de la gamme des ardeurs. Une différentiation organique poursuivie sur cette base permet à une partie des daltoniens de distinguer le jaune et le bleu, non seulement aux variations d'intensité, mais d'emblée comme teinte.

» III. *Gamme des teintes et pléochroïsme.* — Les *teintes* sont toutes les notes que l'on peut distinguer dans le spectre, avec en plus le blanc et le noir. Les teintes « irréductibles », auxquelles toutes peuvent être ramenées, sont rouge, jaune et bleu, couleurs simples des peintres, et non pas rouge, vert et violet, couleurs fondamentales des physiciens. Les teintes « réflexes équilibrantes » sont les teintes spontanées connues sous le nom de *contrastes :* le blanc ou « dominante-résultante claire », le noir ou « dominante-résultante foncée », véritable sensation, complémentaire du blanc et point absence de lumière, qui est le noir du physicien. Réflexe encore, et, comme les précédents, réflexe cérébral : le contraste successif ou couleur complémentaire, occupant le champ non éteint de toute teinte subitement éloignée. La gamme des teintes est l'expression d'une *différentiation organique* de trois degrés au moins de tension.

» Le *pléochroïsme* est l'état d'yeux doués à la fois des trois gammes des tensions, des ardeurs et des teintes.

» L'*héméralopie* est l'état régressif d'yeux dépouillés de pourpre rétinien et partant du sens des ardeurs.

» L'*amblyopie chroïque,* ou état émoussé du sens des couleurs, est l'état de régression générale caractérisé par l'extinction des teintes dans l'ordre des tensions : rouge d'abord, jaune ensuite, bleu enfin.

» IV. *Chroogénèse.* — Le mécanisme de la sensation visuelle réside, en dernière analyse, dans le fonctionnement d'un triple appareil rétinien correspondant aux trois couches cellulaires de la rétine : 1° un *appareil*

*électrogène* siégeant dans des « électroblastes », ou cellules à photopsine (cellules à bâtonnets et cônes), impressionnables à la lumière et génératrices de courants photélectriques propres à exciter les nerfs de la vision; 2° un *appareil optogène* siégeant dans des « optoblastes » (cellules ganglionnaires interplexiques), amplificateurs de flux nerveux qu'excitent à décharge les courants électriques différenciés, suivant leur force électromotrice, par leur passage à travers le lacis sélecteur du plexus basal; 3° un *appareil synchroïque* siégeant dans des « synoptoblastes » (cellules ganglionnaires multipolaires), amplificateurs et distributeurs de réflexe cérébral et source dernière de cette excitation des optoblastes qui, par l'intermédiaire du lacis réflecteur ou plexus cérébral, les actionne en retour à fin d'équilibre. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur les effets de l'ablation des glandes à venin chez la Vipère* (Vipera aspis *Linn.*). Note de MM. **C. Phisalix** et **G. Bertrand**, présentée par M. Chauveau.

» Dans une précédente Communication ([1]), nous avons montré que le sang de la Vipère contient des principes toxiques analogues à ceux du venin, et, nous fondant sur un ensemble de faits et de considérations physiologiques, nous avons admis que la présence de ces substances était due à la sécrétion interne des glandes venimeuses. Mais ce n'était là qu'une hypothèse. On pouvait admettre, au contraire, que les poisons primitivement contenus dans le sang étaient éliminés par les glandes. Dans cette alternative, nous nous sommes adressés à l'expérience. Il suffit, en effet, pour trancher entre ces deux explications, d'enlever les glandes et d'examiner dans quel sens varie la toxicité du sang après l'opération.

» Dans le cas d'une sécrétion interne, le venin contenu dans le sang tendant à disparaître, on doit constater une diminution de la toxicité; dans la deuxième hypothèse, au contraire, il doit y avoir augmentation. En réalité, la manifestation de ces phénomènes est moins nette qu'on pourrait le croire au premier abord; deux causes principales viennent la masquer : d'une part, la lenteur avec laquelle s'élimine l'échinotoxine; de l'autre, la présence possible dans le sang de substances toxiques d'origine différente. A ces obstacles s'ajoute la difficulté de conserver les Vipères un temps

([1]) *Comptes rendus*, 26 décembre 1893, p. 1099.

suffisant après l'opération; elles survivent rarement plus de deux mois, et celles qui dépassent ce terme sont tellement anémiées qu'il est fort difficile d'en extraire une quantité de sang suffisante [1].

» Malgré ces conditions défavorables, nous avons pu, à la suite de nombreuses expériences, constater une diminution manifeste de la toxicité du sang après l'ablation des glandes à venin. Voici comment nous avons procédé :

» Les Vipères, récemment capturées, étaient divisées en deux lots égaux. Sur l'un des lots, on enlevait les glandes, l'autre était conservé comme témoin.

» L'ablation des glandes, quoique assez dangereuse, ne présente aucune difficulté. Elle se fait le mieux sans aucun appareil de contention; la tête est immobilisée par la main qui la saisit à la naissance du cou et tournée de manière que la face inférieure regarde en haut; la lèvre supérieure est écartée par de petites pinces à pression continue qu'on laisse retomber sur le côté. Après avoir incisé l'aponévrose qui recouvre la glande et les muscles, on saisit avec les pinces le ligament postérieur de la glande et on le coupe entre la pince et l'angle de la mâchoire. En tirant sur ce ligament, on fait saillir le muscle éjaculateur du venin; on l'incise sur le bord postérieur de la glande, puis on coupe le ligament supérieur; la glande se détache alors sans effort; on la libère tout à fait en incisant les brides aponévrotiques antérieures et l'on coupe le canal excréteur en avant du petit renflement terminal. Le seul accident, presque inévitable, est dû à l'ouverture des vaisseaux nourriciers de la glande, mais l'hémorragie qui en résulte cesse assez rapidement. Les Vipères opérées doivent être privées d'eau pendant plusieurs jours; sinon, comme elles se baignent et boivent fréquemment, les plaies s'infectent et les animaux succombent à bref délai.

» Un certain temps après l'opération, les animaux paraissant complètement guéris, on les chloroformise légèrement et l'on extrait le sang du cœur, comme nous avons déjà eu l'occasion de l'indiquer. Ce sang, complètement défibriné, est injecté, dans l'abdomen de cobayes, à la dose de $\frac{1}{4}$ de centimètre cube. On opère de même pour les Vipères témoins. Avec ces dernières, la dose de $\frac{1}{4}$ de centimètre cube est généralement mortelle.

» L'ablation des glandes venimeuses a été faite, du 18 mai au 2 novembre, sur 46 Vipères provenant du Jura, du Puy-de-Dôme, de la Vendée et des environs de Paris. Les inoculations ont porté sur 58 animaux. Nous résumons, comme exemple, une de ces expériences.

» *Expérience.* — Le 7 août, 40 Vipères provenant de la Vendée [2] sont divisées en

(1) On sait que, généralement, les Vipères en captivité refusent toute nourriture.

(2) Nous remercions vivement M. l'abbé Chabiraud pour le bel envoi de Vipères qu'il nous a obligeamment adressé.

deux lots aussi semblables que possible. Les 20 Vipères du premier lot sont opérées, celles du second sont conservées comme témoins. Le 13 octobre, soixante-sept jours après l'opération, on extrait le sang de 3 des Vipères opérées d'une part et celui de 3 des Vipères témoins de l'autre.

» Chacun de ces mélanges est injecté, à la dose de $\frac{1}{4}$ de centimètre cube, dans l'abdomen de trois cobayes de même poids.

» Les cobayes, qui ont reçu le sang des Vipères opérées, ont présenté, durant les six premières heures, un abaissement moyen de la température de 7°,5 (7, 7,1; 8,4). Ils se sont rapidement rétablis et sont encore en bonne santé plusieurs semaines après.

» Quant aux cobayes qui ont reçu le sang des vipères témoins, leur température s'est abaissée d'une façon continue durant toute la journée. Quand on les a quittés, l'abaissement moyen était de 8°,2 (7,9; 8,2; 8,6). Un seul de ces cobayes a survécu; les deux autres sont morts, l'un après trente-six, l'autre après cinquante heures. En outre, ils ont présenté les symptômes habituels de dépression nerveuse, de véritable collapsus, auxquels les premiers ont à peu près complètement échappé.

» Bien que la dose limite de $\frac{1}{4}$ de centimètre cube ait été généralement employée, nous avons quelquefois tenté, avec le sang de Vipères opérées, l'inoculation de doses supérieures. C'est ainsi qu'avec $\frac{1}{2}$ et même $1^{cc}$, nous avons constaté quelques cas de survie, alors que les mêmes doses de sang normal sont toujours rapidement mortelles pour les cobayes. L'expérience suivante est très démonstrative :

» *Expérience.* — Le 9 juillet, un cobaye mâle de $505^{gr}$ reçoit dans l'abdomen $1^{cc}$ de sang défibriné provenant d'une Vipère du Jura, opérée depuis cinquante-deux jours (18 mai). Quelques minutes après l'injection ($4^h 45^m$), il présente de faibles mouvements nauséeux. A $7^h$, sa température était descendue de 39,9 à 37,7, mais à minuit elle est remontée à 39,2 et l'animal très vif semble guéri.

» Pour nous assurer que nous n'avions pas affaire ici à une immunité exceptionnelle, nous avions éprouvé ce cobaye un mois après avec du sang de Vipère normale. A ce moment (11 août) ce cobaye, qui était resté bien portant, présentait une notable augmentation de poids ($545^{gr}$). On lui injecte dans l'abdomen $1^{cc}$ de sang défibriné d'une Vipère de Vendée. Aussitôt après l'injection, mouvements nauséeux très violents; quelques minutes après, le train de derrière s'affaisse et l'animal est plongé dans la stupeur. Sa température baisse rapidement et, une heure et demie après, il était mort.

» Ces résultats suffisent pour démontrer qu'une partie au moins des principes toxiques du sang de la Vipère proviennent des glandes venimeuses. Ils complètent ceux que nous avons obtenus dans nos recherches antérieures et apportent une preuve directe à la théorie de la sécrétion interne des glandes [1]. »

---

(1) Travail du Muséum d'Histoire naturelle.

ZOOLOGIE. — *Contributions à l'étude de la cellule conjonctive chez les Mollusques Gastéropodes.* Note de M. **Joannes Chatin.**

« Dans la plupart des travaux récents, les éléments conjonctifs des Gastéropodes sont représentés comme des « cellules arrondies renfermant « une sérosité transparente et très peu de protoplasma ». Cette diagnose est si bien regardée comme constante qu'on l'invoque pour opposer les éléments conjonctifs des Gastéropodes à ceux des Céphalopodes qui seraient toujours « étoilés et ramifiés ».

» Au cours des recherches que je poursuivais, il y a quelques années, sur le tissu nerveux des Mollusques, j'avais eu fréquemment l'occasion d'examiner et de dessiner les cellules conjonctives ambiantes; mes notes et mes croquis ne me semblant guère d'accord avec les descriptions qui tendent à devenir classiques, j'ai cru devoir reprendre l'étude du sujet. Je résume dans cette Note les principaux résultats auxquels j'ai été ainsi conduit.

» I. Tout d'abord, il importe d'étudier la cellule conjonctive dans sa période de jeunesse, en quelque sorte à l'état initial. Elle se montre alors généralement polyédrique, avec un protoplasma sensiblement homogène (je préciserai bientôt ce terme) entourant un noyau relativement volumineux. On constate donc ici un nouveau cas de cette karyomégalie sur laquelle j'ai déjà appelé l'attention, et qui est fréquente chez les jeunes éléments.

» Sphéroïdal ou ovoïde, le noyau est entouré d'une membrane nucléaire de faible différenciation et, par suite, difficile à mettre en évidence; la formation nucléinienne est rubanée ou réticulée dans la plupart des cas.

» En présentant le protoplasma comme homogène, je désire simplement exprimer que sa structure est sensiblement la même dans tous les points de sa masse; mais celle-ci est de nature mixte. Elle est effectivement formée d'hyaloplasma et de paraplasma, également répartis dans les divers points du corps cellulaire.

» On ne saurait donc y décrire un ectosarque et un endosarque, d'où un réel embarras pour délimiter les frontières de la jeune cellule. Intimement accolée aux éléments voisins, elle semble former avec eux un plasmode semé de noyaux.

» Particularité remarquable, cet état plasmodial ne s'observe pas seule-

ment dans les tissus larvaires ou au début de certains processus inflammatoires (pénétration de parasites, etc.), on le retrouve normalement dans certaines parties de l'organisme adulte : le tissu conjonctif sous-cutané des Héliciens et de la Testacelle, le tissu conjonctif de l'*aile* des Ptéropodes en fournissent fréquemment des exemples démonstratifs.

» II. Voilà donc une première forme sous laquelle la cellule conjonctive ne répond nullement au schéma classique : loin d'être arrondie, elle est polyédrique; loin d'être gorgée de sérosité, elle présente un plasma continu.

» Va-t-elle du moins s'y conformer lorsqu'elle évoluera de son état initial vers ses adaptations ultérieures? La diversité même de celles-ci suffit à faire pressentir qu'il ne saurait être question d'un tracé unique et immuable ; l'observation l'établit péremptoirement.

» Deux phénomènes dominent l'ensemble des premiers stades évolutifs de l'élément conjonctif : 1° accroissement du corps cellulaire ; 2° répartition inégale des deux formations protoplasmiques.

» Par sa croissance, le corps cellulaire tend à effacer la prééminence du noyau, naguère encore si apparente. La karyomégalie disparaît alors le plus souvent, mais non toujours : dans le manteau des Zonites, des Limaces et des Prosobranches, comme dans le tissu péricérébral des Héliciens et dans le tissu péri-otocystique des Cyclostomes, on trouve des cellules conjonctives à noyau volumineux.

» Quant à la localisation respective de l'hyaloplasma et du paraplasma, elle se manifeste plus ou moins rapidement, suivant le processus que j'ai déjà décrit chez d'autres éléments : à la périphérie de la cellule se rapprochent les trabécules hyaloplasmiques groupés en feutrage de densité variable, tandis que vers son centre ces mailles s'élargissent et ménagent des espaces où se rassemble le paraplasma.

» III. Pendant que la structure de la cellule s'affirme ainsi nettement, on constate de notables modifications dans son aspect extérieur. C'est durant cette période que se dessinent les diverses formes qu'elle est susceptible de revêtir : elle devient ovalaire, fusiforme, arrondie, étoilée, etc. Loin d'être exceptionnelle, la forme rameuse ou étoilée se montre au contraire fréquente en certaines régions : les glandes salivaires des Cyclostomes, les centres nerveux des Héliciens, le rein de la plupart des Prosobranches, etc., présentent ce type cellulaire, y révélant d'intéressantes particularités.

» C'est ainsi qu'on voit de grosses cellules étoilées entrer en relation les

unes avec les autres par de longs prolongements qui se réunissent en un réseau anastomotique des plus ténus.

» IV. Corrélativement à l'accroissement de la cellule, sa texture intime peut subir diverses modifications secondaires. L'une des plus curieuses est déterminée par la rapide multiplication des trabécules hyaloplasmiques au centre de la cellule où généralement elles sont peu nombreuses et largement espacées; il en résulte une charpente intracellulaire des plus complexes. Les Prosobranches (spécialement Buccin, Paludine, Triton) montrent des cellules conjonctives ainsi constituées, soit dans le tissu palléal, soit dans le tissu sous-muqueux de l'intestin.

» V. Dans un élément dont l'activité est aussi intense, doivent se former des produits. Ils apparaissent dans le paraplasma et ne laissent pas d'être assez variés; toutefois, c'est précisément la « sérosité transparente » qui s'observe le moins souvent. On la rencontre surtout dans les cellules du tissu périlingual des Pulmonés; ailleurs elle est rare.

» Non seulement le paraplasma est toujours chargé de granulations, mais, parmi celles-ci, les formations pigmentaires sont de beaucoup les plus fréquentes. Cette prétendue cellule transparente est peut-être celle qui mérite le moins d'être ainsi caractérisée : les tentacules des Héliciens, le manteau des Prosobranches, le tissu intestinal sous-muqueux de plusieurs de ces derniers (Cyclostome, Buccin, Nérite, etc.) offrent ainsi d'innombrables exemples de cellules conjonctives richement pigmentées.

» Les limites de cette Communication ne me permettent pas de la développer davantage. J'espère que les faits qui s'y trouvent résumés suffisent à montrer l'infinie diversité de la cellule conjonctive des Gastéropodes; ils établissent nettement que pour ce groupe, non plus d'ailleurs que pour celui des Céphalopodes, l'élément conjonctif ne saurait être représenté par une forme unique et constante. »

PISCICULTURE. — *Nouvelle méthode de culture des étangs.* Note de M. **Jousset de Bellesme.**

« Les étangs de la France constituent, en général, des exploitations agricoles de dernier ordre, qui n'apportent ni à l'agriculture, ni à l'alimentation publique, le contingent qu'on serait en droit d'en attendre. Il ressort des travaux que je poursuis depuis une dizaine d'années, pour la reproduction des Salmonides et leur élevage, que, grâce aux espèces importées

d'Amérique par la Société d'Acclimatation, cultivées et introduites dans nos cours d'eau par l'aquarium du Trocadéro, la culture actuelle des étangs peut être modifiée très avantageusement, et leur revenu, qui ne dépasse guère la moyenne de $60^{fr}$ à l'hectare, plus que doublé. Pour atteindre ce but, il faut abandonner la culture de la Carpe, au moins comme poisson destiné à la vente, et la remplacer par la culture intensive des espèces américaines.

» Le poisson qui se prête le mieux à cette transformation est le *Salmo Quinnat* ou Saumon de Californie. Originaire du Sacramento, d'une qualité de chair supérieure, très rustique, d'un élevage facile, supportant bien la chaleur, ce poisson peut être cultivé dans presque tous nos étangs. Il possède, sur son congénère la Truite arc-en-ciel, le grand avantage de pouvoir donner une récolte annuelle, en se bornant à l'amener au poids de $200^{gr}$, poids auquel il est apte à être vendu à un prix très rémunérateur. Cette supériorité tient à la précocité de sa ponte, qui a lieu en octobre.

» L'alevin éclôt à la fin de novembre. Dès le milieu de décembre, on commence à le nourrir avec un aliment riche, comme la pulpe de rate, que j'ai préconisée et employée à l'Aquarium dès 1883, et dont l'usage tend à se généraliser. La croissance de l'alevin est si rapide qu'en cinq mois, si l'opération a été bien conduite, il atteint le poids de $60^{gr}$.

» Pendant que cet élevage s'effectue dans un réservoir spécial, l'étang doit être l'objet de soins particuliers. On doit le disposer de telle sorte qu'on obtienne en juin une très abondante éclosion d'alevins de poissons blancs, gardons, carpes, tanches; à cette fin, on y introduit, dès le mois de février, des reproducteurs en quantité suffisante. Aussitôt que le frai a été obtenu, et dès que l'alevin de poisson blanc a atteint $3^{cm}$ ou $4^{cm}$, on le donne en nourriture aux saumons, soit qu'on mette ceux-ci dans l'étang, soit, ce qui est préférable, qu'on y puise la quantité d'alevins nécessaire pour les alimenter. L'étang ne sert donc plus, dans cette nouvelle méthode, qu'à produire l'aliment qui devra amener rapidement le saumon à la taille marchande.

» De juin en décembre, grâce à cette alimentation surabondante et très bien adaptée à l'organisme de l'animal, ces poissons atteignent facilement le poids de $200^{gr}$, et peuvent être vendus à un prix élevé en temps prohibé, avec un certificat d'origine; ou bien à la fin de la prohibition, c'est-à-dire à partir du 10 janvier, pour être livrés à la consommation. Ils sont, à cette taille, particulièrement recherchés.

» L'opération recommence alors de nouveau.

» La Truite arc-en-ciel ne se prête pas à ce cycle annuel d'élevage. Sa ponte n'a lieu qu'en avril; en juin, les jeunes ne sont pas assez développés pour se nourrir des alevins de poissons blancs, plus gros qu'eux.

» Dans une superficie d'eau de $1^{ha}$, on peut élever, *au minimum*, dans

les conditions ordinaires, 1000 saumons jusqu'à 200$^{gr}$; et, dans bien des cas, ce chiffre peut être doublé. Ces 1000 saumons représentent ensemble, à cette époque, un poids de 200$^{kg}$; d'après le *cours moyen* de ces poissons sur le marché de Paris, 1$^{ha}$ d'étang, aménagé de la sorte, peut donner une récolte brute de 1600$^{fr}$ chaque année ([1]).

» Comme toutes les cultures intensives, la méthode que j'expose ici demande des soins et de l'expérience; mais je la crois de nature à réaliser sur l'état de choses actuel une amélioration considérable. »

PALÉONTOLOGIE. — *Les Reptiles du terrain jurassique supérieur du Boulonnais.* Note de M. **H.-E. Sauvage**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Les Reptiles de la partie supérieure du terrain jurassique ont été, jusqu'à présent, peu étudiés en France, aussi pensons-nous qu'il est de quelque intérêt de donner la liste des espèces que nous avons pu déterminer et qui ont été trouvées dans les étages kimméridgien et portlandien du Boulonnais.

» Les ordres des Ichthyoptérygiens et des Sauroptérygiens sont largement représentés dans ces étages; nous citerons, du premier de ces ordres, les *Ophthalmosaurus dilatatus* Phil., du Portlandien moyen; *Op. Cuvieri* Val., du Kimméridgien supérieur, niveau à *Reineckia pseudomutabilis; Ichthyosaurus trigonus* Ow., du même niveau; *Ic. aff. thyreospondylus* Ow., du Portlandien moyen. Les Sauroptérygiens sont représentés par *Thaumatosaurus carinatus* Cuv., des couches à *Reineckia pseudomutabilis; Th. morinicus* Svg., et *Cimoliosaurus brevior* Lydkr., du même niveau; *C. truncatus* Lydkr., des couches à *Aspidoceras caletanus* et à *Reineckia pseudomutabilis; C. trochanterius* Ow., du Portlandien moyen; *C. portlandicus* Ow., de la partie supérieure du terrain portlandien; *C. suprajurensis* Svg., du même niveau; *Colymbosaurus Dutertrei* Svg., du terrain portlandien; *Polycotylus suprajurensis* Svg., du Kimméridgien supérieur et du Portlandien supérieur; *Pliosaurus Archiaci* Desl., du Kimméridgien supérieur; le *Pliosaurus grandis* Ow. a été trouvé depuis les couches à *Aspidoceras caletanus* jusque dans le Portlandien supérieur.

» Les Ptérodactyliens ne sont représentés que par une seule espèce, le *Ptérodactylus suprajurensis* Svg.

---

([1]) Il faut évidemment défalquer les frais d'exploitation, parmi lesquels la dépense a plus importante consiste dans l'alimentation des alevins de janvier à juin. Mais l'expérience m'a appris que cette dépense ne s'élève qu'à environ 300$^{fr}$ pour 1000 alevins dans ce laps de temps; et encore, dans de bonnes conditions, elle peut être réduite. Il reste donc à l'Agriculture une marge considérable.

» De l'ordre des Dinosauriens, nous connaissons des espèces appartenant aux sous-ordres des Sauropodes, des Théropodes, des Ornithopodes, savoir : *Morinosaurus typus* Svg., du Kimméridgien supérieur; *Pelorosaurus precursor* Svg., de la partie supérieure du Portlandien; *Megalosaurus insignis* Desl., recueilli depuis les couches à *Aspidoceras caletanus* jusque dans le Portlandien supérieur; *Iguanodon Prestwichi* Stk. de ce dernier terrain.

» L'ordre des Crocodiliens est représenté, dans le Jurassique supérieur du Boulonnais, par la famille des Goniopholidées : *Goniopholis undidens* Mouss., de la partie supérieure du Portlandien; par la famille des Métriorhynchidées : *Dacosaurus maximus* Pl., du Portlandien moyen, *Metriorhynchus littoreus* Svg., *hastifer* Desl., *incertus* Desl., du Kimméridgien moyen et supérieur; par la famille des Téléosauridées avec *Machimosaurus Hugii* Myr., et *Steneosaurus Bouchardi* Svg., des couches à *Reineckia pseudomutabilis S. rudis,* Svg. du niveau à *Stephanoceras portlandicum.*

» Les Chéloniens nous sont connus par les deux sous-ordres des Cryptodères et des Pleurodères; du premier nous citerons *Thalassemys Hugii* Myr., du Portlandien moyen, *Tropidemys morinica* Svg., du Kimméridgien moyen; du second, *Chelonides robusta* Port., *Plesiochelys Beaugrandi* Svg., *P. Dutertrei* Svg., du Kimméridgien moyen, *P. hannoverana* Port., du Portlandien moyen, *Pleurosternon Bullocki* Ow., du Portlandien supérieur.

» En résumé, on a jusqu'à présent recueilli, dans le Jurassique supérieur du Boulonnais, 35 espèces de Reptiles, savoir : Ichthyoptérygiens, 4; Sauroptérygiens, 11; Ptérodactyliens, 1; Dinosauriens, 4; Crocodiliens, 8; Chéloniens, 7. »

PALÉO-ETHNOLOGIE. — *Sur de nouvelles figurines humaines d'ivoire, provenant de la station quaternaire de Brassempouy.* Note de M. **Ed. Piette**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« La station quaternaire de Brassempouy a donné, en deux années, à ceux qui l'ont explorée, sept fragments de statuettes humaines en ivoire : cinq recueillies par M. de Laporterie et par moi au printemps dernier, et deux découvertes en 1892 au cours des fouilles de l'Association française. Celles-ci sont l'objet de la présente Note.

» Toutes gisaient, entre des foyers où l'on avait entretenu des feux de bois, dans une terre argileuse mêlée de cendre, au milieu de très nombreux ossements souvent à demi-brûlés, presque toujours brisés en long, de mammouth, de rhinocéros à narines cloisonnées, d'hyène tachetée, de cheval, et de débris moins abondants d'ours des cavernes, de bœuf ancien

(*bos priscus*), de cerf élaphe, de cerf du Canada, de loup, de renard, d'aigle, de coq de bruyère, de gélinotte. Quelques rares vestiges de renne apparaissaient en certains endroits parmi ces ossements. Tous ces animaux avaient servi de nourriture aux habitants de la station.

» Cette assise, qui ne présentait la trace d'aucun remaniement, était recouverte, dans la grotte, par toute la série de couches magdaléniennes, et devant la caverne par un lit de terre et de pierrailles renfermant des silex taillés en la forme de ceux de Solutré, notamment des pointes de lance en feuille de laurier, et par $2^m,50$ de lœss amené en cet endroit par le ruissellement des eaux, aux dépens du revêtement de la colline.

» Les sept statuettes trouvées dans ce gisement doivent être classées en deux groupes : l'un formé de figurines de femmes appartenant à l'une des plus anciennes races humaines qui aient occupé notre sol, remarquable pour le développement du système pileux et par les masses graisseuses ou fibro-graisseuses réparties sur les cuisses, le ventre et les hanches; l'autre composé de sculptures qui ne sont pas sans analogie avec celles qui émanent de l'art égyptien ; elles sont en quelque sorte les essais précurseurs de cet art.

» Les deux fragments de statuettes découverts au cours des fouilles de l'Association française appartiennent, l'un au premier groupe, l'autre au second.

» Celui qui fait partie du groupe égyptien est la partie inférieure d'une figurine de femme, brisée au ventre. Le haut du corps manque. Les jambes sont jointes. Les fesses, dont il ne reste que le bas, semblent sculptées conformément au type des poupées égyptiennes. Les pieds ne sont pas entièrement dégrossis. On voit les coups de burin sur les cuisses et sur le ventre. C'est une ébauche. Elle n'a pas été achevée. Cette circonstance montre bien que les statuettes de ce groupe n'ont pas été importées. Elles ont au contraire été sculptées sur place.

» Le fragment qui fait partie du groupe de la vieille race humaine provient d'une figurine de femme qui n'a plus que la cuisse droite, la hanche et une portion du ventre. Elle était relativement grande, et je la considère comme une œuvre d'art véritable. Le ventre est volumineux et pendant. Il est couvert de poils disposés par bandes, même au-dessus du nombril. La cuisse est très épaisse et ses contours sont harmonieux. Elle est identique, par sa forme, à celle des femmes boschismanes. Les femmes de la vieille race avaient vraisemblablement, comme elles, ces membres enve-

loppés, à la face externe, de masses fibro-graisseuses, prolongées par devant en une lame épaisse qui formait une sorte de mollet et ne s'arrêtait qu'au genou. Mais il ne faut pas conclure de là qu'elles avaient des gibbosités fessières entièrement semblables à celles des Boschismanes. Un fragment de statuette trouvé par M. de Laporterie et par moi prouve qu'en vieillissant elles acquéraient sur les hanches d'énormes gibbosités graisseuses qui se reliaient latéralement aux fesses en laissant libre toute la partie voisine de la colonne vertébrale. Cette vieille race était donc distincte de toutes les races adipeuses actuellement existantes. Les seins manquent au fragment que je décris; mais ils ne manquent ni au fragment de figurine dont les hanches sont couvertes de gibbosités graisseuses, ni à la statuette en dent de cheval du Mas d'Azil, et nous savons par celles-ci qu'ils sont cylindriques et pendants. Celle du Mas d'Azil nous donne aussi les traits du visage. Le nez est gros, les lèvres épaisses, le menton fuyant, comme celui de la mâchoire de la Naulette, le front assez haut, l'oreille épaisse et lobée. Ces traits ne ressemblent en rien à ceux de la tête à coiffure égyptienne recueillie à Brassempouy. Celle-ci appartient évidemment à une autre race. Pour compléter l'idée qu'on peut se faire de la vieille race, il faut se reporter encore à une gravure au Champ-levé de Laugerie-Basse, où l'on voit une femme couchée près d'un cervidé. Les bandes de poils qui couvrent tout son corps complètent les notions que la statuaire et la gravure nous ont léguées sur les peuplades qui ont habité primitivement notre sol. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence de l'acide arsénique sur la végétation des Algues*. Note de M. **Raoul Bouilhac**, présentée par M. Dehérain.

« M. Chatin, en faisant absorber de l'acide arsénieux à des plantes adultes, a montré l'influence nocive qu'exerce cet acide sur la végétation des Phanérogames; j'ai constaté qu'il en est de même quand on emploie les arséniates. D'autre part, M. Marchand a observé dans des solutions arsénicales un champignon du genre Hygrocrocis.

» Il résulte de ces observations que l'influence de l'arsenic ne doit pas être la même sur toutes les espèces végétales. Dans ce travail, je me suis proposé de rechercher l'influence de l'acide arsénique sur la végétation, et, en particulier, de voir si les arséniates, qui présentent tant de propriétés communes avec les phosphates, sont susceptibles de remplacer ces derniers sels dans la synthèse végétale.

» I. J'ai bientôt reconnu qu'une Algue, le *Stichococcus bacillaris Nægeli*, végète en présence de l'arséniate neutre de potasse.

» Pour apprécier l'influence de l'acide arsénique sur le Stichococcus, j'ai essayé de cultiver cette plante dans des vases contenant chacun, en même quantité, une solution nutritive pourvue d'acide phosphorique, mais additionnée de doses différentes d'arséniate neutre de potasse. La culture, commencée le 1er février, fut examinée le 15 mai par M. Bornet et reconnue pure. J'ai prélevé sur chacun des vases $50^{cc}$ de la culture, préalablement rendue homogène par une agitation prolongée, et j'ai pesé la récolte.

» Le Tableau suivant indique les résultats de l'expérience :

| | Quantité d'acide arsénique. | Récolte évaluée en matière sèche. |
|---|---|---|
| Vase n° 1 | $\frac{2}{10000}$ | $3^{mmgr}$ |
| Vase n° 2 | $\frac{5}{10000}$ | 7 |
| Vase n° 3 | $\frac{1}{1000}$ | 20 |
| Vase n° 4 | $\frac{1.5}{1000}$ | 14 |
| Vase n° 5 | $\frac{2}{1000}$ | 15 |

» Les conclusions qui se dégagent de cette première expérience sont :

» 1° Le *Stichococcus bacillaris Nægeli* vit et se reproduit en solution minérale contenant de l'acide arsénique;

» 2° Même en présence de l'acide phosphorique, l'acide arsénique favorise la végétation de cette Algue, et la dose qui semble jusqu'ici la plus convenable est celle de $\frac{1}{1000}$. L'acide arsénique est donc susceptible de remplacer partiellement l'acide phosphorique.

» Ces résultats obtenus, je devais rechercher si les arséniates n'étaient pas susceptibles de remplacer complètement les phosphates.

» J'ai disposé alors une nouvelle série de cultures. Elle comprenait : un vase témoin, contenant une solution nutritive exempte d'acide phosphorique et d'acide arsénique; plusieurs vases renfermant en même quantité la solution du témoin, mais, en outre, de l'acide arsénique à doses variables croissant jusqu'à $\frac{1,5}{1000}$ sous forme d'arséniate neutre de potasse. Tous les vases furent ensemencés avec des quantités égales de Stichococcus. Mais, bientôt, ils furent envahis par des algues diverses dont les germes avaient été apportés par l'atmosphère. Dans le vase témoin se trouvent, outre le Stichococcus, trois algues différentes (*Protococcus infusionum, Ulothrix tenerrima, Phormidium Valderianum*) dont l'ensemble forme un voile infime, d'aspect chétif et languissant.

» Si, au contraire, nous examinons les cultures contenant la solution du témoin additionnée seulement d'acide arsénique, nous constatons une végétation luxuriante. M. Bornet, que nous sommes heureux de pouvoir

remercier ici de l'extrême obligeance avec laquelle il a bien voulu examiner nos cultures, y a reconnu les espèces suivantes :

» *Protococcus infusionum, Dactylococcus infusionum, Scenedesmus quadricanda, Scenedesmus acutus, Ulothrix tenerrima.*

» DIATOMÉES. — *Stichococcus bacillaris, Schizothrix Lenormandiana, Symploca muralis, Phormidium Valderianum, Nostoe punctiforma.*

» Ces vases ont une belle couleur verte; dans l'un d'eux, où l'acide arsénique est au $\frac{5}{10\,000}$ le *Phormidium* forme une belle nappe qui flotte à la surface.

» Dans un autre vase contenant un litre d'une solution identique à celle du témoin, mais additionnée d'acide arsénique, de telle façon que la solution fût au $\frac{5}{10\,000}$, j'ai pu recueillir une masse composée de *Protococcus infusionum* et de *Phormidium Valderianum*, surtout de *Phormidium*, qui, pesée à l'état sec, accusait un poids de $2^{gr},15$.

» Après l'avoir soigneusement lavée, je l'ai desséchée pour la peser et je l'ai brûlée, en la traitant successivement par l'acide azotique et l'acide sulfurique.

» L'acide arsénique qu'elle contenait a été ensuite dosé et j'ai constaté qu'elle en avait absorbé $3^{mgr},6$ ($\frac{1}{1000}$ de son poids).

» Trois conclusions découlent de ces observations :

» 1° Outre le *Stichococcus*, les Algues dont les noms viennent d'être donnés peuvent végéter dans des solutions nutritives contenant de l'acide arsénique.

» 2° Dans ces conditions, ces Algues sont capables d'assimiler l'acide arsénique.

» 3° L'addition d'acide arsénique à une solution nutritive exempte d'acide phosphorique suffit pour y faire prospérer la culture de ces Algues. Dans ce cas particulier, les arséniates remplacent donc les phosphates. »

HYDROLOGIE. — *Sur l'âge du lac du Bourget et les alluvions anciennes de Chambéry et de la vallée de l'Isère.* Note de M. A. **DELEBECQUE**, présentée par M. Daubrée.

« Quand on étudie les environs du lac du Bourget et la vallée de l'Isère en aval de Montmélian, on ne peut manquer d'être frappé de l'extension, déjà signalée par Lory, et du niveau à peu près constant des alluvions anciennes. Ces alluvions, qui s'élèvent jusqu'à l'altitude de $400^{m}$ environ, dominant les vallées de $150^{m}$ à $200^{m}$, sont formées de couches, en général sensiblement horizontales, de sables et de graviers; ces couches sont d'ha-

bitude peu cohérentes, mais cependant, par places, et surtout dans les parties qui ont été longtemps exposées à l'air, elles sont fortement cimentées. Elles sont recouvertes par du terrain glaciaire plus récent, où abondent les blocs anguleux et les cailloux striés. Lory, dans sa *Description géologique du Dauphiné*, suppose que ces alluvions ont été déposées dans un vaste lac qui s'étendait sur tout l'espace occupé aujourd'hui par le lac du Bourget et le Grésivaudan.

» Les études récentes faites sur les lacs nous forcent à écarter l'hypothèse du savant maître. Il est incontestable que le Grésivaudan était autrefois un lac qui s'étendait jusqu'à Saint-Gervais, village situé à $35^{km}$ environ en aval de Grenoble; vers ce point, la molasse marine, qui domine la vallée de quelque cinquante mètres, soutenait le lac à sa partie inférieure. Ce vaste bassin n'est pas d'ailleurs entièrement comblé; on en retrouve un témoin dans le petit lac de Sainte-Hélène, près de Montmélian. Mais les dépôts de graviers qui constituent les alluvions anciennes n'ont nullement la disposition caractéristique des deltas torrentiels, disposition si bien visible aux terrasses de la Dranse du lac de Genève et qui consiste, comme on sait, en une superposition de couches horizontales, à gros matériaux, à des couches, à matériaux plus fins, inclinées de 25° à 30°. Ce sont des dépôts fluviatiles et non des dépôts lacustres. De plus, il est manifeste que le lac du Bourget et l'ancien lac de Grésivaudan se trouvent dans des vallées creusées au sein de ces alluvions anciennes qui, en maints endroits, et notamment aux environs de Chambéry, présentent des falaises dont la hauteur atteint $50^{m}$. Il faut en conclure que la formation de ces deux lacs est, contrairement aux idées émises jusqu'à présent, postérieures au dépôt de ces alluvions.

» Les récents travaux de M. Heim et de son élève M. Œppli ont montré que la formation des grands lacs de la Suisse est due à un affaissement des Alpes, postérieur à la première période glaciaire. Cet affaissement a provoqué, vers la limite des montagnes et de la plaine, une contrepente dans les vallées qui ont été ainsi transformées en lacs. On doit rapporter à la même cause la formation du lac du Bourget et de l'ancien lac de la vallée de l'Isère. Nous avons là deux grandes vallées qui, lors de la première période glaciaire, ont été comblées par les alluvions anciennes sur une épaisseur de quelques centaines de mètres. Ces alluvions correspondent vraisemblablement, quoique ayant un facies différent, à l'alluvion des plateaux ou *Deckenschotter*, si bien étudiée dans le nord de la Suisse par M. du Pasquier, en Autriche et en Allemagne par MM. Penck et Brückner. Elles doivent être aussi contemporaines des cailloutis de la Dombes

et des hauteurs du Lyonnais, que M. Depéret, le savant professeur de Lyon, range dans le pliocène supérieur. Lorsque les glaciers ont fondu, des vallées ont été creusées dans ces alluvions et ce sont ces vallées que l'affaissement du massif alpin a transformées en lacs. J'ajouterai que, dans ces vallées, on trouve de nombreux dépôts d'une époque glaciaire plus récente.

» La constance du niveau des alluvions anciennes, du lac du Bourget à Voiron et à Saint-Marcellin, soit sur un espace de $150^{km}$, ne peut d'ailleurs guère s'expliquer que par un affaissement des Alpes. Car, si aucun mouvement ne s'était produit après le dépôt de ces alluvions, on retrouverait probablement, même en faisant la part de l'érosion, une différence systématique de niveau entre les témoins d'amont et ceux d'aval. De plus certaines alluvions des environs d'Aix-les-Bains, près de la station de Viviers, ont des plis analogues à ceux des roches sédimentaires plus anciennes.

» Cet affaissement des Alpes, qui ont entraîné dans leur mouvement une partie de la plaine suisse et du Jura, a nécessairement produit, dans la partie de cette dernière chaîne qui touche aux Alpes, des dislocations importantes et encore peu étudiées. Il faut probablement lui attribuer le déplacement des deux plus grands cours d'eau de la région, le Rhône et l'Isère. M. E. Ritter et moi avons reconnu que les roches cristallines des alluvions anciennes des environs de Chambéry provenaient du mont Blanc ou du Valais. M. Termier, qui a bien voulu les examiner, n'y a trouvé aucune des roches caractéristiques du bassin de l'Isère. Le Rhône passait donc autrefois à Chambéry et rejoignait l'Isère dans le Grésivaudan, tandis qu'à présent il s'écoule par la cluse de Pierre-Châtel. De même l'Isère qui, comme l'a observé Lory, a creusé autrefois la vallée de la Côte Saint-André, s'écoule aujourd'hui par Saint-Marcellin, en formant des gorges encaissées.

» Il me paraît très probable, par analogie avec ce que nous voyons en Savoie et en Dauphiné, que les célèbres alluvions anciennes du bois de la Bâtie, au confluent du Rhône et de l'Arve, sont aussi antérieures à la formation du lac de Genève. C'est un point sur lequel je me propose de revenir. »

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. M. B.

---

## ERRATA.

(Séance du 12 novembre 1894.)

Note de M. *Dujardin*, Sur une erreur relevée dans la « Théorie des nombres » de Legendre :

Page 844, ligne 8, équation (6), *au lieu de* $z'n + a$, *lisez* $z'u + a$.
Même page, ligne 10, *au lieu de* et $n$, *lisez* et $u$.
Même page, ligne 11, *au lieu de* $\Delta n$, *lisez* $\Delta u$.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

### SÉANCE DU LUNDI 3 DÉCEMBRE 1894,

PRÉSIDENCE DE M. LŒWY.

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE MINÉRALE. — *Réduction de l'alumine par le charbon.* Note de M. **Henri Moissan.**

« La haute température du four électrique m'a permis de généraliser certaines réactions que nous regardions jusqu'ici comme limitées, parce que l'échelle des températures dont nous pouvions disposer était insuffisante. On sait, par exemple, quelles sont les lois de la décomposition complète ou incomplète du carbonate de chaux par la chaleur, lois qui ont été fixées d'une façon magistrale par Henri Debray. Si, jusqu'ici, le carbonate de baryte a été regardé comme indécomposable par la chaleur seule, cela tient à ce que la température de nos fourneaux était trop faible pour en effectuer même la dissociation.

» Le carbonate de baryte, chauffé au four électrique, se décompose de

même que le carbonate de chaux; il perd son acide carbonique et laisse comme résidu la baryte caustique.

» On sait aussi que certains oxydes étaient irréductibles par le charbon. Je citerai par exemple la silice, les oxydes alcalino-terreux, les oxydes d'uranium, de vanadium et de zirconium. Nous avons démontré précédemment, dans une série de Notes insérées aux *Comptes rendus*, que ces différents composés pouvaient être réduits dans le four électrique et donner des carbures le plus souvent cristallisés.

» L'alumine est un de ces oxydes qui a été regardé jusqu'à ce jour comme absolument irréductible; il n'en est rien.

» Si l'on place des cristaux de corindon parfaitement transparents dans une nacelle disposée au milieu du tube de charbon de notre four électrique, et que l'on chauffe l'appareil au moyen d'un courant de 1200 ampères et 80 volts, l'alumine est volatilisée en quelques minutes. La nacelle complètement convertie en graphite ne renferme pas traces de cendres, et de chaque côté du tube on peut isoler un feutrage cristallin de graphite et d'alumine, au delà duquel se rencontrent des sphères, de $2^{mm}$ à $3^{mm}$ de diamètre, d'aluminium métallique facile à caractériser.

» On peut donner à cette expérience une autre forme, en utilisant un tube de charbon fermé à l'une de ses extrémités, que l'on place dans le four électrique de façon à ce que la partie fermée soit portée au maximum de température. Ce tube mesure $0^{m},40$ de long et $40^{mm}$ de diamètre intérieur. On dispose au fond de cet appareil une centaine de grammes d'alumine, et l'on chauffe le tout quinze minutes avec un courant de 300 ampères et de 65 volts. A la fin de l'expérience, il se dégage d'abondantes vapeurs à l'extrémité du tube, et ces vapeurs condensées sur un corps froid fournissent un dépôt blanc d'alumine.

» Cette substance, traitée à froid par l'acide acétique étendu, qui enlève des traces de fer et de chaux, puis lavée à l'eau distillée et séchée, présente au milieu de masses irrégulières des sphères très petites d'alumine fondue.

» Après refroidissement, on trouve dans le tube, à la partie supérieure, un dépôt blanc d'alumine et, à la partie inférieure, un lingot d'alumine fondue qui présente un aspect différent suivant que l'oxyde se trouvait dans les parties plus ou moins chaudes.

» La portion qui a été portée à la température la plus élevée est recouverte d'une pellicule de graphite qui provient de la condensation de la vapeur de carbone qui remplissait le tube. Sur la paroi on remarque de

petits globules blancs ou légèrement jaunâtres qui sont formés par un mélange d'aluminium et de carbure de ce métal.

» La réaction devient beaucoup plus concluante si l'on chauffe, dans les mêmes conditions, un mélange intime d'alumine et d'amidon qui, par la décomposition de ce dernier corps, fournit le carbone nécessaire à la réduction.

» Dans une chauffe qui a duré dix-huit minutes (300 ampères et 65 volts), on a obtenu une certaine quantité d'aluminium renfermant des lamelles du carbure $C^3Al^4$, que j'ai décrit précédemment.

» L'expérience a été répétée quatre fois, et les résultats ont toujours été identiques; et chaque fois aussi le mélange refroidi était recouvert de graphite provenant de la condensation de la vapeur de carbone.

» Une autre série de recherches exécutée dans des creusets, à une température un peu moins élevée, nous a démontré que l'alumine seule peut être fondue et maintenue à l'état liquide dans un creuset de charbon sans qu'il y ait réduction.

» Dans une réduction faite avec un tube fermé à une extrémité, il nous est arrivé que l'autre extrémité du cylindre a été obstruée par un tampon d'alumine et de charbon. Cette expérience, qui n'avait pas été prolongée autant que les précédentes, par suite de la formation d'un court circuit, nous a présenté, dans la partie chauffée, un feutrage de graphite et de cristaux très minces hexagonaux, présentant des phénomènes d'irisation et entièrement formés d'alumine. Le tube ne renfermait pas trace d'aluminium métallique. La production de ce mélange de corindon et de graphite cristallisé nous a démontré que la vapeur d'alumine qui se produit si facilement et la vapeur de charbon peuvent se trouver en contact sans produire d'aluminium.

» Une température beaucoup plus élevée est nécessaire pour que la vapeur de carbone puisse réduire la vapeur d'alumine.

» En résumé, dans le four électrique, l'alumine liquide n'est pas réduite par le charbon, mais la réduction se produit lorsque les vapeurs de ces deux corps sont portées à une température très élevée. Dans ce cas, l'alumine perd son oxygène et fournit l'aluminium métallique qui se carbure partiellement. »

GÉOLOGIE. — *Réponse à M.* Mayer-Aymar *à propos de sa défense du Saharien comme nom du dernier étage géologique* (1); par M. **A. Pomel.**

« L'auteur dit : « Pour qu'un nom d'étage soit valable, il doit indiquer » que des dépôts marins de l'âge en question se trouvent dans la contrée » à laquelle il est emprunté. Or, cette qualité est niée au terme de Saha- » rien par divers géologues et, en particulier, par M. Pomel. » L'auteur n'en reconnaît pas moins que la vaste mer transsaharienne est une hypothèse contredite par les faits.

» Or, c'est cette contradiction que je me suis efforcé l'un des premiers de mettre en évidence, et elle m'a servi de motif principal pour rejeter l'emploi de ce nom de Saharien, que l'auteur n'est, du reste, pas le premier à avoir employé. Ce nom entraîne forcément avec lui l'idée d'une vaste mer occupant toute l'immensité saharienne entre l'Atlas et le centre de l'Afrique. C'est cette hypothèse qu'il faut rejeter, et avec elle le nom qui la personnifie.

» Je n'ai pas à prendre parti dans la conception théorique de M. Mayer-Aymard, qui règle la constitution et la cause des étages; mais je n'y trouve pas de raisons suffisantes pour me faire renoncer à mon opinion critiquée. Je ne puis pas admettre que ce soit à la fin de la seconde époque seulement que le détroit de Gibraltar se soit ouvert sous le coup de l'invasion de l'océan Atlantique faisant irruption dans la Méditerranée. A cette époque le détroit préexistait, et l'irruption de la mer n'a pu qu'enfoncer une porte ouverte. Les mécomptes du roman saharien devraient bien mettre en garde les géologues contre les déductions tirées de simples apparences ou de simples hypothèses.

» Je n'ai aucune intention de révoquer en doute l'extension du dépôt à *Strombus mediterraneus* dans le val égyptien, et j'ai constaté sa présence en ceinture arrondie de quelques mètres en de nombreux points des rivages barbaresques, mais ce val ne donne pas le type du vrai grand Sahara. Ce n'en est qu'un appendice dans la Libye orientale, qui justifierait le nom de *libyen* appliqué à l'étage qui a pu se déposer dans un petit golfe confiné dans la Libye orientale.

» Les motifs invoqués par M. Mayer-Aymar en faveur de l'existence

(1) *Comptes rendus*, 5 novembre 1894.

d'une mer saharienne au sud de l'Atlas, dans l'Algérie et la Tunisie, sont encore plus spécieux. Je ne puis admettre que la présence du *Cardium edule*, en aussi grande abondance qu'il y soit, prouve l'existence de la mer, lorsqu'il est associé à des Mélanies, à des Mélanopsides et autres Mollusques d'eau saumâtre, étrangers aux bassins des mers. On a fait beaucoup de bruit sur la découverte du *Nassa gibbosula* et de valves du *Balanus miser* à Ourlana dans la région des chotts. Or ce fait n'avait pas plus de valeur, car au Congrès de l'Association française à Paris, en 1878, on a pu voir entre les mains de Tournouer, qui l'avait reçue de Desor, cette même Nassa en assez bon état de conservation, mais portant sur son dernier tour une perforation indiquant qu'elle avait fait partie d'un collier ou d'un chapelet. Il a été incontestable pour moi que c'était un reste d'ornement ou de fétiche préhistorique. Il n'y avait donc pas plus de preuve à en tirer pour l'existence de la mer en ce point, qu'il n'y en a eu dans les coquilles marines de mers orientales trouvées par M. Ph. Thomas sur les sables de la vallée de l'Oued-Mia au sud de Ouargla. Je ne puis donc me résoudre à abandonner ma prévention contre l'emploi du nom de Saharien pour des formations qui, en immense majorité, ne sont pas d'origine marine. »

## CORRESPONDANCE.

M. **Berthelot** communique à l'Académie une lettre de M. le professeur *R. Fresenius*, de Wiesbaden, annonçant que les savants allemands ont formé, sur sa proposition, un Comité de souscription pour le monument de Lavoisier : près de soixante professeurs, dont il veut bien donner la liste, se sont associés à son œuvre. L'Académie, qui a pris l'initiative de cette proposition, il y a quelques mois, est heureuse de ce témoignage de sympathie pour le grand savant français, et elle voudra sans doute accorder à M. le professeur Fresenius le titre de son Délégué.

Cette proposition est adoptée.

La même délégation est accordée à M. le professeur *G. Hinrichs*, pour les États-Unis.

ASTRONOMIE. — *Sur l'identité de la nouvelle comète avec la comète de De Vico.* Note de M. **L. Schulhof**, présentée par M. Tisserand.

« La comète, découverte le 20 novembre par M. E. Swift, est fort probablement identique avec la comète 1844, I (De Vico). Cette dernière,

d'une durée de révolution de cinq ans et demi, était très brillante en 1844, et resta même visible à l'œil nu pendant quelques jours. Néanmoins elle ne put être retrouvée dans ses retours ultérieurs, bien qu'elle fût assidûment cherchée, notamment en 1855 et dans des conditions de visibilité favorables. Une seule fois, le 16 mai 1855, Goldschmidt, à Paris, trouva une comète peu éloignée de la trajectoire de l'astre. Mais cet objet ne fut plus revu dans la suite, bien que son éclat eût dû augmenter; aussi les astronomes ne voulurent pas admettre que ce fût la comète cherchée. Mes calculs sur la nouvelle comète indiquent que cet astre extrêmement faible est la comète de De Vico, qui, à son neuvième retour, aurait été retrouvée par M. E. Swift, avec un instrument plus puissant que ceux dont on disposait, pour sa recherche, il y a quarante ans.

» Mes calculs sont basés sur deux observations de Nice, des 22 et 29 novembre, transmises télégraphiquement par M. Perrotin, à la demande de M. Tisserand, et sur une observation du 25 novembre de M. Bigourdan. Les éléments paraboliques, qui représentent bien les trois observations, montrent une telle ressemblance avec ceux de la comète de De Vico (¹) que j'ai cru utile de calculer des éléments elliptiques, en admettant arbitrairement une durée de révolution d'environ $5^{\text{ans}},8$, qui est de $0^{\text{an}},3$ plus grande que celle de la comète de De Vico.

» Voici ces deux systèmes d'éléments, rapportés à l'équinoxe et l'écliptique moyens de 1894,0 :

Époque, 1894 nov. 22, 5, temps moyen de Paris.

| | |
|---|---|
| $T = 1894$ oct. $19,4971$ | $M = 7^\circ\ 1'39'',0$ |
| $\pi = 346^\circ 46' 30'',4$ | $\pi = 345^\circ 20'\ 4'',5$ |
| $\Omega = 43^\circ 40' 55'',4$ | $\Omega = 48^\circ 35' 22'',9$ |
| $i = 3^\circ 15' 32'',2$ | $i = 2^\circ 58' 47'',0$ |
| $\log q = 0,180044$ | $\varphi = 34^\circ 40' 29'',7$ |
| | $\mu = 612'',110$ |
| | $\log a = 0,508785$ |

» Le second lieu est représenté de la manière suivante :

| Dans la parabole. | | Dans l'ellipse. | |
|---|---|---|---|
| $d\lambda = -0'',5$ | $d\beta = +5'',1$ | $d\lambda = +2'',7$ | $d\beta = +4'',4$ |

» Pour faciliter la comparaison des deux astres, je donne ici les éléments

(¹) On sait que la première orbite elliptique de cette comète a été calculée par M. Faye, il y a cinquante ans.

de la comète de De Vico, obtenus par Le Verrier pour diverses époques, en calculant approximativement les perturbations :

| Époques. | $\pi$. | ☊. | $i$. | $\varphi$. | $\mu$. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1753........ | 315°.37′ | 306°.45′ | 2°. 9′ | 33°.58′ | 604″,9 |
| 1763........ | 320.26 | 159.52 | 1.22 | 34.28 | 611,3 |
| 1775........ | 324.47 | 145. 2 | 4.49 | 34.47 | 614,3 |
| 1787........ | 329.27 | 141.28 | 6.35 | 34.21 | 608,9 |
| 1799........ | 334.24 | 135.18 | 5.56 | 34.38 | 606,2 |
| 1811........ | 338.24 | 118.29 | 4. 3 | 35.11 | 613,8 |
| 1844........ | 342.31 | 63.50 | 2.55 | 38. 7 | 649,9 |

» Voici les arguments qui militent en faveur de l'identité des deux comètes :

» 1. Dans le cas d'une comète périodique qui possède un mouvement direct, les perturbations augmentent nécessairement la longitude du périhélie $\pi$ comme l'a remarqué Le Verrier et comme l'a démontré M. Callandreau; de même elles diminuent constamment la longitude du nœud, et d'autant plus fortement que l'inclinaison est plus faible. Or, on voit qu'entre 1844 et 1894, $\pi$ a augmenté d'environ 2° et ☊ diminué de 16°.

» 2. Tant que les perturbations ne modifient pas sensiblement l'inclinaison, l'important critérium de M. Tisserand fournit simplement une relation entre le mouvement diurne $\mu$ et l'excentricité $\varphi$. Or, on voit dans le Tableau ci-dessus qu'à $\mu = 612''$ correspond en moyenne, $\varphi = 34°40'$, comme dans mes éléments.

» 3. On voit facilement, et sans calcul, que les deux trajectoires doivent se couper et avoir un point commun près de leur aphélie, condition indispensable de leur identité.

» 4. D'après les éléments que Brünnow avait obtenus pour la comète de De Vico, cet astre a dû être très voisin de Jupiter vers la fin de 1885. Or, d'après mes éléments, la comète de E. Swift est restée, pendant une année, en 1885 et 1886, à environ 10° de Jupiter, en précédant la planète. Pendant cet intervalle de temps, la distance de la comète à la planète est demeurée sensiblement la même, égale environ à la distance de la Terre au Soleil; mais, à une telle distance, l'action de Jupiter, s'exerçant toujours dans le même sens, est très puissante, quand l'inclinaison est aussi faible que dans le cas actuel, et elle influe surtout sur le mouvement moyen $\mu$. On voit, en examinant l'expression analytique des perturbations de $\mu$, que sa valeur doit nécessairement diminuer, quand la différence des longitudes héliocentriques $l_j - l_{*}$ est positive. La valeur sensiblement plus

grande de la durée de révolution que j'ai dû adopter, pour satisfaire au critérium de M. Tisserand, est en accord avec cette remarque.

» Tout confirme donc l'hypothèse de l'identité des deux astres, et je crois ma valeur de $\mu$ exacte à un petit nombre de secondes près; sa véritable valeur sera peut-être un peu plus faible.

» La découverte inattendue de la comète de De Vico, perdue de vue depuis cinquante années, est un fait de grande importance. Elle jette une vive lumière sur les conditions mystérieuses dans lesquelles tant de comètes périodiques ont paru se soustraire pour toujours aux yeux des astronomes, soit après une première apparition, soit, comme tout récemment encore la comète de Brorsen, après plusieurs retours. Il ne faudra plus regarder comme exceptionnel le cas de la comète de Holmes (1892 III) qui fut d'abord, pendant quelques jours, très brillante, s'affaiblit ensuite rapidement, reprit d'une manière inattendue un grand éclat et devint bientôt définitivement invisible pour les instruments les plus puissants, bien que ses distances au Soleil et à la Terre n'eussent pas sensiblement augmenté. Il est fort probable que la comète de De Vico et bien d'autres encore possédaient, dans la première apparition, un éclat exceptionnel qui a facilité leur découverte, et qu'ensuite elles sont revenues beaucoup plus faibles, échappant ainsi aux chercheurs de comètes.

» Aujourd'hui on ne devra plus nier d'une manière absolue la possibilité qu'une comète très faible devienne observable pendant peu de jours, pour s'affaiblir de nouveau brusquement. L'objet de Goldschmidt a pu être la comète de De Vico; les nébulosités que MM. Buckingham, Talmage et d'autres observateurs ont trouvées en novembre 1865, ont pu être des fragments de la comète de Biéla. On fera bien, aux prochains retours de la comète de Brorsen, d'explorer minutieusement et à plusieurs reprises, avec les instruments les plus puissants, les environs immédiats du point du ciel où elle devrait se trouver, au lieu d'étendre les recherches trop loin et de les rendre ainsi trop superficielles.

» La comète de De Vico se rapprochera en 1897 encore plus sensiblement de Jupiter qu'en 1885 et les perturbations s'exerceront dans le même sens. Par conséquent sa distance périhélie, qui est actuellement de 0,2 plus grande qu'en 1844, augmentera encore dans une forte mesure; en même temps son excentricité diminuera, en sorte qu'au prochain retour, en 1900, l'éclat de la comète sera bien faible. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la planète* BH 1894, *découverte par M.* Borrelly, *à l'observatoire de Marseille, le* 19 *novembre* 1894. Note de M. **Borrelly**, transmise par M. Stéphan.

| Dates 1894. | Temps moyen de Marseille. | Planète — Étoile. ΔAR. | ΔP. | Nombre de comp. | AR app. | Log. fact. parall. | P app. | Log. fact. parall. | ⋆. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | h m s | m s | | | h m s | | | | |
| Nov. 19.. | 9.46.58 | —0. 6,48 | +2.59,2 | 5: 5 | 3.14. 4,87 | —1̄,244 | 74°46′12″,9 | —0,635 | *a* |
| 20.. | 7.52.17 | —0.59,71 | +3.44,0 | 5: 5 | 3.13.11,65 | —1̄,541 | 74.46.57,7 | —0,681 | *a* |
| 21.. | 7.58.54 | —1.57,09 | +4.24,1 | 5: 5 | 3.12.14,28 | —1̄,522 | 74.47.37,8 | —0,673 | *a* |
| 22.. | 8.50.20 | —2.55,63 | +5.12,6 | 5: 5 | 3.11.15,75 | —1̄,415 | 74.48.26,3 | —0,650 | *a* |
| 23.. | 8.59. 3 | —3.51,52 | +5.53,4 | 5: 5 | 3.10.19,87 | —1̄,353 | 74.49. 7,1 | —0,645 | *a* |
| 25.. | 8.52. 4 | —5.39,91 | +7. 7,3 | 5: 5 | 3. 8.31,49 | —1̄,344 | 74.50.20,9 | —0,644 | *a* |
| 30.. | 7.57.48 | —3.56,30 | +4.11,9 | 6:12 | 3. 4.21,37 | —1̄,433 | 74.52. 9,0 | —0,656 | *b* |
| Déc. 1.. | 6.49.43 | —4.40,48 | +4.24,3 | 5: 5 | 3. 3.37,19 | —1̄,555 | 74.52.21,4 | —0,687 | *b* |

*Positions des étoiles de comparaison.*

| Dates 1894. | ⋆. | Gr. | Asc. droite moyenne pour 1894,0. | Réduction au jour. | Dist. pol. moyenne pour 1894,0. | Réduction au jour. | Autorités. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | h m s | s | | | |
| Nov. 19.. | *a* | 8,3 | 3.14. 7,19 | +4,16 | 74°43′37″,1 | —23″,4 | 1432 Yarnall |
| 20.. | *a* | » | » | +4,17 | » | —23,4 | » |
| 21.. | *a* | » | » | +4,18 | » | —23,4 | » |
| 22.. | *a* | » | » | +4,19 | » | —23,4 | » |
| 23.. | *a* | » | » | +4,20 | » | —23,4 | » |
| 25.. | *a* | » | » | +4,21 | » | —23,5 | » |
| 30.. | *b* | 7,8 | 3. 8.13,45 | +4,22 | 74.48.20,9 | —23,8 | 3858 Paris |
| Déc. 1.. | *b* | » | » | +4,22 | » | —23,8 | » |

» Le 19 novembre la planète est de grandeur 12e-13e; le 30 elle est de 13e. »

ASTRONOMIE. — *Sur la distribution des planètes entre Mars et Jupiter* (1). Note de M. E. **Roger**, présentée par M. Jordan.

« Je place l'origine du temps à l'instant précis où, les soleils $S_{-1}$, $S_0$ étant en conjonction, les planètes dont les distances au Soleil sont aujourd'hui voisines de $c^{1,01}$ se sont séparées de cet astre, et je prends pour unité de temps l'intervalle qui sépare deux conjonctions successives de ces deux

(1) Voir ce Volume, p. 895.

soleils. Je suppose qu'à l'origine $S_0$ se trouvait en opposition avec $S_1$ et $S_2$, en conjonction avec $S_3$, en quasi-opposition avec $S_{-2}$. La situation des autres soleils $S_i$ est indifférente, à cause de leur grand éloignement lorsque $i$ est $< -2$, et de la quasi-invariabilité de la distance $S_0 S_i$ lorsque $i$ est $> 2$. Les distances $CS_i$ ou $a_i$ sont données par l'équation

$$a_i = a_0 \left(\frac{n_0}{n_i}\right)^{\frac{2}{3}}.$$

» Cela posé, soient

A, A′ les points où le rayon vecteur CS rencontre les limites de l'atmosphère solaire;
$\varphi_i$ l'angle des deux rayons vecteurs $CS_0$, $CS_i$ à un moment quelconque;
$\varphi_0$ la valeur de cet angle à l'origine du temps;
$b_i$ la distance $S_0 S_i$;
$\psi_i$ l'angle $CS_0S_i$;
$m$ le temps;

on aura, en faisant abstraction des excentricités,

$$\varphi_i = \varphi_0 + 4(2^i - 1)m\pi,$$
$$b_i^2 = a_0^2 + a_i^2 - 2a_0 a_i \cos\varphi_i,$$
$$b_i \cos\psi_i = a_0 \cos\varphi_i - a_i.$$

» L'action du Soleil $S_i$ sur deux molécules placées en A et A′ donne lieu, pour chacune d'elles, à une composante centrifuge dont la valeur est proportionnelle au diamètre du Soleil $S_0$ et à $\frac{M_i}{b_i^3}\cos\psi_i$, en désignant par $M_i$ la masse du Soleil $S_i$. Toutes les actions de cette nature s'ajoutent à un moment quelconque pour former un potentiel unique $\sum \frac{M_i}{b_i^3}\cos\psi_i$, et c'est de ce potentiel, combiné avec l'action de l'astre central et avec celle de la planète Jupiter, que je fais dépendre le phénomène de la formation des planètes intercalées entre Jupiter et Mars.

» Si l'on considère une durée $\delta m$ assez restreinte pour que l'état physique du Soleil ne soit pas altéré, mais assez étendue pour que le phénomène puisse être regardé comme continu, le nombre $y_m$ des petites planètes produites dans l'intervalle de temps $\delta m$ devra, en supposant qu'elles se détachent du Soleil dans les régions voisines de A et de A′, satisfaire à l'équation

$$y_m = \delta m \sum \frac{M_i}{b_i^3}\cos\psi_i.$$

» Le rapport $\frac{\delta x}{\delta m}$ est, sous certaines conditions, sensiblement constant. En effet, les logarithmes hyperboliques des distances des planètes au Soleil satisfont à l'équation (*Comptes rendus*, t. CXVI)

$$L = -\frac{3m}{2\pi} + p\cos\frac{m\pi}{5} + \text{const.} \qquad (m = 0, 1, 2, 3, 5, 6, 7, 9),$$

dans laquelle, l'époque de la formation de Neptune étant prise pour point de départ, $\frac{3m}{2\pi}$ correspond à l'éloignement progressif de chaque planète, conséquence nécessaire de la diminution progressive de la masse du Soleil [1], et $p\cos\frac{m\pi}{5}$ aux oscillations du diamètre solaire sous l'influence de l'astre central. De là, en adoptant l'origine du temps et l'unité de longueur indiquées plus haut,

$$\begin{aligned} x &= -\frac{3m}{2\pi} + p\left(\cos\frac{4+m}{5}\pi - \cos\frac{4\pi}{5}\right) \\ &= -\frac{3m}{2\pi} - p\sin\frac{4\pi}{5}\sin\frac{m\pi}{5} - p\left(1 - \cos\frac{m\pi}{5}\right)\cos\frac{4\pi}{5}. \end{aligned}$$

On peut remplacer $\sin\frac{m\pi}{5}$ par $\frac{m\pi}{5}$, $1 - \cos\frac{m\pi}{5}$ par $\frac{1}{2}\left(\frac{m\pi}{5}\right)^2$, $\sin\frac{4\pi}{5}$ par 0,6, $\cos\frac{4\pi}{5}$ par $-0{,}8$, $\frac{3}{2\pi}$ par 0,48, et l'on a

$$x = -\left[0{,}48 + 0{,}36\,p\left(1 - \frac{2\pi}{15}m\right)\right]m.$$

Il résulte de cette équation que les rapports $\frac{x}{m}$ et $\frac{\delta x}{\delta m}$ sont à peu près invariables, pourvu que $p$ soit compris entre $\pm\frac{1}{10}$ et $m$ entre $\pm\frac{1}{2}$.

» On a ensuite

$$\varphi_i = \varphi_0 + \frac{2^i - 1}{0{,}12 + p\frac{1+x}{10}}\pi x.$$

---

(1) Si l'on veut conserver l'hypothèse cosmogonique de Laplace, $\frac{3}{2\pi}$ mesurera la contraction de la nébuleuse solaire pendant l'intervalle de temps qui sépare la formation de deux planètes consécutives. Il n'est guère vraisemblable que cette contraction puisse être à peu près constante ; et moins encore qu'elle comporte l'inégalité périodique $p\cos\frac{m\pi}{5}$.

En faisant $\varphi_0 = 0$ pour les indices extrêmes, $\varphi_0 = \pi$ pour les indices intermédiaires, $p(1+x) = \frac{1}{10}$, on retrouve l'angle $\frac{2^i - 1}{0,13}\pi x$ qui figure dans l'expression de l'ordonnée $y$. Pour que l'identité des ordonnées $y$ et $y_m$ soit absolue, on doit assujettir $u$ à la condition suivante

$$\frac{1-u}{0,13} = \frac{1}{0,12 + p\frac{1+x}{10}};$$

on déterminera ensuite les masses $M_{-1}$, $M_1$, $M_2$, $M_3$ ou, pour mieux dire, les rapports de ces masses à l'une d'elles, au moyen des valeurs que prend la constante $C_i$ lorsqu'on fait $i = -1, 1, 2, 3$.

» L'équation précédente équivaut à très peu près à celle-ci

$$p = \frac{1}{10} + u - \frac{x}{10}.$$

Aux environs de l'origine, on peut négliger $\frac{x}{10}$, de sorte que $p$ se réduit à $\frac{1}{10} + u$; la distance qui sépare les deux maxima C les plus rapprochés de l'anneau central étant, d'après le diagramme, 0,08 ou $\frac{0,12 \times 2}{3}$ au lieu de $\frac{0,13 \times 2}{3}$, on a $u = -\frac{1}{10}$ et, par suite, $p = 0$. Le diamètre du Soleil ne peut donc subir, pendant la formation de l'anneau central, que des oscillations à courte période qui se compensent presque rigoureusement.

» Les écarts $\varepsilon$ sont liés, selon toute apparence, à des oscillations de cette nature. Le potentiel $\sum \frac{M\cos\psi}{b^3}$ doit, en effet, influer à la fois sur la grandeur du rayon solaire et sur le nombre des planètes formées en un temps donné, de sorte que les énergies employées à l'accroissement du diamètre du Soleil sont perdues pour la production des planètes.

» Lorsqu'on embrasse le phénomène dans toute son étendue, on peut faire abstraction de l'inégalité $u$; on a alors

$$p = \frac{1}{10} - \frac{x}{10}.$$

Cette équation indique que le coefficient $p$, dont la valeur est $\frac{3}{10}$ en dehors de la période exceptionnelle où les petites planètes ont pris naissance, s'est accru constamment du début à la fin de cette période. C'est sans doute parce que l'éloignement progressif de la planète Jupiter diminuait l'intensité de son action perturbatrice. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les permutations quasi alternées.* Note de M. DÉSIRÉ ANDRÉ.

« Prenons une permutation quelconque des $n$ premiers nombres; et, dans cette permutation, retranchons chaque nombre du suivant. Nous obtenons une suite de $n-1$ différences, les unes positives, les autres négatives. Lorsque cette suite ne présente aucune permanence, la permutation est *alternée;* lorsqu'elle en présente une, mais une seule, la permutation est *quasi alternée*.

» J'ai étudié autrefois les permutations alternées. Je viens d'achever un Mémoire sur les permutations quasi alternées. Je considère, dans ce Mémoire, les permutations des $n$ premiers nombres; je désigne par $A_n$ la moitié du nombre, toujours pair, de celles qui sont alternées, et par $B_n$ la moitié du nombre, toujours pair aussi, de celles qui sont quasi alternées; je conviens de donner aux symboles $A_0$, $A_1$, $B_0$, $B_1$, $B_2$, qui n'ont par eux-mêmes aucun sens, les valeurs $1$, $1$, $-1$, $-1$, $0$. En employant ces notations et conventions, et m'appuyant sur les propriétés connues des permutations des $n$ premiers nombres, j'arrive à des résultats assez nombreux, qui me paraissent intéressants et dont je vais énoncer les principaux.

» I. *Les nombres* A *et les nombres* B *sont liés entre eux par l'égalité*

$$A_{n+1} = 2A_n + B_n,$$

*qui est vraie pour toutes les valeurs entières et non négatives de* $n$.

» II. *Le nombre* $B_n$ *n'est autre chose que le coefficient de* $\frac{x^n}{n!}$ *dans le développement de la fraction*

$$\frac{1-2\cos x}{1-\sin x},$$

*suivant les puissances croissantes de* $x$.

» III. *Le nombre* $B_n$ *est aussi juste égal au coefficient de* $\frac{x^n}{n!}$ *dans le développement, suivant les puissances croissantes de* $x$, *du produit* $(\text{séc}\,x-2)\,\text{séc}\,x$, *si* $n$ *est pair; du produit* $(\text{séc}\,x-2)\,\text{tang}\,x$, *si* $n$ *est impair.*

» IV. *Les nombres* B *sont liés entre eux par les quatre relations linéaires*

$$B_{2\nu} = (-1)^{\nu-1}2 \qquad + \sum_{t}^{\nu-1} (-1)^t K_{2\nu}^{2t+1} B_{2\nu-1-2t},$$

$$B_{2\nu+1} = (-1)^{\nu-1} \qquad + \sum_{0}^{\nu-1}{}_t (-1)^t K_{2\nu+1}^{2t+1} B_{2\nu-2t},$$

$$B_{2\nu} = (-1)^{\nu-1}2 \qquad + \sum_{0}^{\nu-1}{}_t (-1)^t 2^{2t+1} K_{2\nu}^{2t+2} B_{2\nu-2-2t},$$

$$B_{2\nu+1} = (-1)^{\nu}(1 - 2^{2\nu+1}) + \sum_{0}^{\nu-1}{}_t (-1)^t 2^{2t+1} K_{2\nu+1}^{2t+2} B_{2\nu-1-2t},$$

*lesquelles sont toutes vraies dès que l'entier* $\nu$ *est supérieur à zéro, et dans chacune desquelles on désigne par* $K_p^q$ *le nombre des combinaisons simples de* $p$ *objets* $q$ *à* $q$.

» V. *Lorsque* $n$ *croît indéfiniment, les deux nombres*

$$B_n, \quad A_{n+1}$$

*sont deux infiniment grands dont le rapport tend vers l'unité.*

» VI. *Lorsque* $n$ *croît indéfiniment, si l'on désigne par* $\pi$ *le rapport de la circonférence au diamètre, les deux nombres*

$$A_n, \quad n!\,2\left(\frac{2}{\pi}\right)^{n+1}$$

*sont deux infiniment grands dont le rapport tend vers l'unité.*

» VII. *Lorsque* $n$ *croît indéfiniment, les quatre nombres*

$$\frac{A_n}{A_{n+1}}, \quad \frac{B_n}{B_{n+1}}, \quad \frac{A_n}{B_n}, \quad \frac{\pi}{2n}$$

*sont quatre infiniment petits; et le rapport de chacun des trois premiers au quatrième tend vers l'unité.*

» VIII. *La probabilité* $z_n$, *pour qu'une permutation des* $n$ *premiers nombres, prise au hasard, soit une permutation quasi alternée, n'est autre chose que le double du coefficient de* $x^n$ *dans le développement, suivant les puissances croissantes de* $x$, *du produit* $(\text{séc}\,x - 2)\,\text{séc}\,x$, *si* $n$ *est pair; du produit* $(\text{séc}\,x - 2)\,\text{tang}\,x$, *si* $n$ *est impair.*

» IX. *Lorsque* $n$ *croît indéfiniment, la probabilité* $z_n$ *est un infiniment*

*petit; et les deux infiniment petits*

$$z_n, \quad 4n\left(\frac{2}{\pi}\right)^{n+2}$$

*ont un rapport qui tend vers l'unité.*

» Ces différents résultats, rapprochés de ceux que j'ai donnés autrefois pour les nombres A, suffisent à nous montrer les relations étroites qui existent : d'abord, entre les nombres A et les nombres B; ensuite, entre ces nombres et les développements de certaines fonctions trigonométriques; enfin, entre les valeurs asymptotiques de ces mêmes nombres et les puissances soit de $\pi$, soit de l'inverse de $\pi$. »

PHYSIQUE. — *Sur la température de l'arc électrique*. Note de M. **J. Violle**, présentée par M. Mascart.

« M. Moissan a indiqué, dans une des dernières séances, que la température de l'arc paraît augmenter avec l'intensité du courant. Les expériences que je poursuis depuis quelque temps, grâce à l'obligeance de M. Fontaine qui a bien voulu mettre à ma disposition les ateliers de la Compagnie Gramme, me semblent confirmer cette manière de voir, en même temps qu'elles corroborent les faits que j'ai précédemment établis. J'ai pu opérer jusqu'à des intensités de 1000 à 1200 ampères.

» En prenant les photographies des charbons avec les précautions voulues (four électrique, cratère dégagé, diaphragme étroit à l'objectif, temps de pose très court), j'ai reconnu que l'éclat du cratère positif était encore exactement le même à 1000 ou 1200 ampères qu'à 10 ampères. Ce cratère est donc bien le siège d'un phénomène physique (ébullition de carbone) caractérisé par une température constante, ainsi que je l'avais déjà établi par des mesures poussées jusqu'à 400 ampères.

» J'ai examiné le spectre de l'arc en même temps que celui du charbon positif et j'en ai pris les photographies. La distribution des intensités lumineuses est différente dans les deux spectres. Bon nombre de raies du spectre de l'arc se détachent brillantes sur le spectre continu correspondant au cratère positif; leur éclat est d'ailleurs variable d'un instant à l'autre, et beaucoup de raies dont on suit à peine les prolongements à travers le spectre du cratère positif s'illuminent à certains moments dans toute l'étendue du spectre; l'illumination est d'autant plus vive que le courant est plus intense.

» Sans doute les lois de Kirchhoff ne doivent être appliquées ici qu'avec une certaine réserve. On peut douter que l'éclat des raies lumineuses constituant le spectre d'un gaz soit lié à la température par la même fonction que l'éclat des régions correspondantes dans le spectre d'un corps solide. Le doute augmente quand le gaz s'illumine sous l'action de l'électricité, qui paraît capable de se transformer en lumière sans chaleur.

» D'un autre côté, si l'arc, se comportant comme un conducteur traversé par un courant, est le siège d'un dégagement de chaleur proportionnel à l'énergie dépensée, sa température doit croître avec l'intensité du courant, d'autant plus que les variations brusques de la résistance amènent à certains moments de véritables décharges qui donnent aux radiations constitutives un éclat considérable. Si l'on tient compte de l'énergie dépensée dans ces décharges avec les courants intenses et les potentiels élevés, on concevra que les températures peuvent devenir très hautes, phénomènes de dissociation mis à part. En tous cas, la cause qui limite la température du cratère positif cesse ici d'agir.

» J'ai cherché à évaluer la température de l'arc en y portant une sonde constituée par une mince baguette de charbon. Quand l'arc jaillit entre deux charbons, on voit, ainsi que je l'ai déjà indiqué, cette baguette se creuser du côté positif, tandis qu'elle tend à s'accroître du côté négatif, l'éclat de la cavité positive étant le même que celui du cratère positif, et l'usure d'autant plus rapide que le courant est plus intense.

» La même baguette, portée dans l'arc produit entre deux pôles d'un même métal, s'use encore, mais différemment selon le métal employé : lentement avec le cuivre, rapidement avec le zinc; d'ailleurs, elle manifeste une température de beaucoup supérieure au point d'ébullition du zinc (930°). Quand on voit la sonde réduite à un fil de charbon d'un blanc éclatant, il est difficile de ne pas admettre que le milieu environnant, l'arc de zinc, soit lui-même à une température élevée [1].

» En somme, j'estime que la température de l'arc est généralement plus élevée que celle du charbon positif et qu'elle croît avec l'énergie électrique dépensée. »

---

[1] Il se peut aussi très bien que, dans un tube de Geissler, la température soit très élevée, la faiblesse de la masse rendant l'effet thermique insensible.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la solubilité de l'ozone.* Note de M. l'abbé **Mailfert**, présentée par M. H. Moissan.

« La solubilité de l'ozone, longtemps contestée par les chimistes les plus distingués, est aujourd'hui généralement admise.

» On peut la vérifier facilement lorsqu'on recueille de l'ozone concentré sur la cuve à eau; après un certain temps, l'eau de la cuve exhale une forte odeur d'ozone. Il en est de même de l'eau qu'on laisse un temps suffisant au contact de l'ozone, dans un flacon qui en contient.

» Cette odeur se manifeste beaucoup plus lorsque, à l'aide d'un siphon, on transvase l'eau ozonée dans un ballon. Le gaz qui s'échappe de cette eau possède, avec l'odeur, toutes les propriétés de l'ozone. Il oxyde l'argent et le mercure, forme des précipités de peroxydes avec des sels en dissolution de cobalt et de manganèse, et donne avec l'éther de l'eau oxygénée.

» Ces résultats se produisent aussi avec l'eau ozonée, mais plus difficilement. Aussi l'eau oxygénée ne se forme avec l'éther et l'eau ozonée que si la quantité d'ozone dissoute est assez grande, et encore y a-t-il certaines précautions à prendre.

» Pour obtenir cette réaction, je remplissais d'eau ozonée un tube de $50^{cc}$ à $60^{cc}$; puis, rejetant quelques centimètres de cette eau, et versant un peu d'éther et d'acide chromique, je bouchais le tube avec le doigt et le renversais deux ou trois fois sans agiter. Alors apparaissait la coloration bleue de l'éther, indiquant la présence de l'eau oxygénée.

» Étant assuré que l'ozone est soluble dans l'eau, j'ai recherché sa solubilité aux différentes températures. Cette solubilité a été déterminée, non par les méthodes ordinaires, qu'il eût été très difficile d'employer, mais en dosant directement l'ozone dissous dans l'eau, et l'ozone non dissous qui restait dans le mélange gazeux au-dessus de la solution. Le rapport de ces deux quantités d'ozone, préalablement ramenées au même volume, indiquait sa solubilité à la température de l'expérience.

» Voici comment on opérait :

» On se servait de flacons ordinaires de $2^{lit}$ à $5^{lit}$ bouchés à l'émeri, et de ballons de forme ovoïde de $3^{lit}$ à $4^{lit}$ continués à leurs extrémités par deux tubes munis de robinets. L'un des tubes, terminé par un entonnoir, permettait de remplir le ballon d'eau, puis d'ozone. Ces flacons ou ballons remplis d'eau distillée étaient placés sur la cuve à eau, et l'on y faisait arriver de l'ozone très concentré ($0^{gr},080$ à $0^{gr},120$ par litre), obtenu avec l'appareil de M. Berthelot. On les enlevait quand ils étaient remplis d'ozone aux $\frac{2}{3}$ ou aux $\frac{3}{4}$ et on les mettait dans un endroit peu éclairé, en les couchant. De temps en temps on les retournait et on les agitait doucement pour renouveler la surface de l'eau.

» Au bout de deux ou trois jours et quelquefois plus, on faisait écouler l'eau dans un flacon, où avait été mise une quantité de liqueur arsénieuse suffisante pour détruire tout l'ozone dissous. Puis on introduisait dans l'ozone gazeux la quantité nécessaire de la même liqueur arsénieuse, et l'on faisait les dosages suivant la méthode de MM. Thenard. Les résultats obtenus avec les ballons ou les flacons ont été très sensiblement les mêmes.

» Le Tableau suivant donne, dans la première colonne, les températures; dans la deuxième, les poids d'ozone dissous dans $1^{lit}$ d'eau; dans la troisième, les poids d'ozone existant dans $1^{lit}$ du mélange gazeux au-dessus de la solution; et dans la quatrième colonne le rapport des deux poids correspondants, c'est-à-dire le coefficient de solubilité de l'ozone pour chaque température.

| Températures. | Poids de l'ozone dissous dans 1 litre d'eau. | Poids de l'ozone dans 1 litre du mélange gazeux. | Rapports des deux poids d'ozone ou coefficients de solubilité de l'ozone. |
|---|---|---|---|
| ° | mgr | mgr | |
| 0 .......... | 39,4 | 61,5 | 0,641 |
| 6 .......... | 34,3 | 61 | 0,562 |
| 11,8 ........ | 29,9 | 59,6 | 0,500 |
| 13 .......... | 28 | 58,1 | 0,482 |
| 15 .......... | 25,9 | 56,8 | 0,456 |
| 19 .......... | 21 | 55,2 | 0,381 |
| 27 .......... | 13,9 | 51,4 | 0,270 |
| 32 .......... | 7,7 | 39,5 | 0,195 |
| 40 .......... | 4,2 | 37,6 | 0,112 |
| 47 .......... | 2,4 | 31,2 | 0,077 |
| 55 .......... | 0,6 | 19,2 | 0,031 |
| 60 .......... | 0,0 | 12,3 | 0,000 |

» Il serait facile, avec ces nombres, de tracer la courbe de solubilité de l'ozone.

» On peut remarquer qu'à la pression $0^{m},76$ l'eau dissoudrait à 0° près les $\frac{2}{3}$ de son volume d'ozone, et vers 12° la moitié, c'est-à-dire environ 15 fois plus que d'oxygène aux mêmes conditions de température et de pression.

» Dans une autre série d'expériences, j'ai cherché la solubilité de l'ozone dans l'eau acidulée. Le coefficient de solubilité a été trouvé le même qu'avec l'eau pure jusque vers 20°. Il augmente à partir de 20° à 25°. Voici quelques-uns des réultats obtenus :

| Températures. | Coefficients de solubilité de l'ozone dans l'eau acidulée. | |
|---|---|---|
| ° | | |
| 30............. | 0,240 | $1^{lit}$ d'eau = $0^{cc},7$ de $SO^3, H^2O$, |
| 33............. | 0,224 | » |
| 42,7........... | 0,174 | » |
| 49............. | 0,156 | $1^{lit}$ d'eau = $0^{cc},9$ » |
| 57............. | 0,096 | $1^{lit}$ d'eau = $0^{cc},3$ » |

» En présence de ces résultats, je me demande si l'on ne pourrait pas utiliser la solubilité de l'ozone, soit pour stériliser l'eau dans certaines circonstances, soit pour employer l'eau ozonée comme désinfectant et antiseptique, par exemple pour assainir une salle d'hôpital, en y faisant arriver cette eau à dose régulière et convenablement déterminée. »

STÉRÉOCHIMIE. — *Superposition des effets optiques des divers carbones asymétriques dans une même molécule active.* Note de MM. **Ph.-A. Guye** et **M. Gautier**, présentée par M. Friedel.

« 1. Dans une précédente Communication [1], nous avons montré que les deux carbones asymétriques de l'oxyde d'amyle actif agissent chacun sur la lumière polarisée, comme si tout le reste de la molécule était inactif et que leurs effets s'ajoutent algébriquement,

» Des recherches faites sur le valérate d'amyle et sur l'amylglycolate d'amyle nous ont démontré que les mêmes règles s'appliquent lorsque les deux carbones asymétriques sont différents.

» 2. Il existe un valérate d'amyle actif représenté par la formule :

$$\text{(I)} \qquad {CH^3 \atop C^2H^5} \!\!>\! \overset{*}{C}H - CH^2 - O - CO - \overset{*}{C}H \!<\!\! {C^2H^5 \atop CH^3},$$

dans laquelle les deux carbones asymétriques sont marqués du signe *.

» Si les principes que nous avons énoncés sont exacts, l'action exercée sur la lumière polarisée par un éther de la formule (I) doit être très approximativement égale à la somme de deux déviations polarimétriques, à savoir : l'une produite par un valérate d'amyle n'ayant qu'un carbone asymétrique, celui de l'acide valérique : — tel serait l'éther

$$\text{(II)} \qquad {CH^3 \atop CH^3} \!\!>\! CH - CH^2 - CH^2 - O - CO - \overset{*}{C}H \!<\!\! {C^2H^5 \atop CH^3};$$

l'autre produite par un valérate d'amyle à un seul carbone asymétrique, celui de l'alcool amylique : — tel serait l'éther

$$\text{(III)} \qquad {CH^3 \atop C^2H^5} \!\!>\! \overset{*}{C}H - CH^2 - O - CO - CH^2 - CH^2 - CH^2 - CH^3.$$

---

(1) Guye et Gautier, *Comptes rendus*, 29 octobre 1894.

» L'éther de la formule (III) a été récemment préparé et ses propriétés optiques ont été décrites (¹); il tourne de $\alpha_D = +1°,08$ pour $L = 0^{dcm},5$.

» Ce corps ayant été obtenu au moyen du même alcool amylique que celui dont nous avons fait usage, nous n'avions plus à préparer que l'éther de formule (II), que nous avons obtenu en faisant réagir l'acide valérique actif (provenant de l'oxydation de l'alcool amylique) avec l'alcool isoamylique inactif

$$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix} \rangle CH - CH^2 - CH^2OH,$$

que nous avons déjà mentionné dans notre précédente Communication. Examiné au polarimètre, l'éther de la formule (II) donne une déviation $\alpha_D = +4°,26$ pour $L = 0^{dmc},5$.

» La somme de ces deux déviations, soit $\alpha_D = +1,08 + 4,26 = +5°,34$ pour $L = 0^{dcm},5$, doit être égale à la rotation produite par le valérate d'amyle à deux carbones asymétriques de la formule (I).

» Le nombre que l'on obtient ainsi ne représente cependant qu'une valeur approchée, car les radicaux amyle inactif ou valéryle inactif n'ont pas identiquement la même structure que les radicaux isomères actifs; nous ne revenons pas autrement sur ce point déjà signalé dans notre précédente Note.

» Nous avons donc cherché à évaluer autrement l'activité attribuable à chaque carbone asymétrique par un procédé analogue à celui que nous avons suivi pour l'oxyde d'amyle, et qui consiste à masquer alternativement l'effet optique des deux carbones asymétriques du valérate d'amyle de formule (I). Dans ce but, nous avons préparé un premier valérate d'amyle par l'action de l'acide valérique actif sur l'alcool amylique racémisé; on obtient ainsi un éther qui imprime au plan de la lumière polarisée une rotation $\alpha_D = +4°,40$ pour $L = 0^{dcm},5$. Puis nous avons fait l'opération inverse, qui consiste à faire réagir l'acide valérique racémisé sur l'alcool amylique actif; on isole ainsi un second éther qui donne au polarimètre une déviation $\alpha_D = +1°,22$ pour $L = 0^{dmc},5$.

» Les éthers que l'on prépare ainsi sont en réalité des mélanges de deux éthers qui ne peuvent être séparés par distillation; mais il est évident que ces mélanges doivent se comporter au polarimètre comme si l'on avait annulé une fois l'effet d'un carbone asymétrique, l'autre fois, l'effet du second carbone du valérate d'amyle de la formule (I).

(¹) GUYE et CHAVANNE, *Comptes rendus*, 15 novembre 1894.

» La somme de ces deux déviations, soit $\alpha_D = +1,22 + 4,40 = +5,62$ pour $L = 0^{dcm},5$, représentera une seconde valeur de la déviation produite par l'éther de la formule (I).

» Il nous restait enfin à préparer celui-ci. C'est ce que nous avons fait en mettant en réaction l'alcool amylique actif et l'acide valérique actif. Nous avons isolé ainsi un valérate d'amyle qui donnait au polarimètre une déviation de $\alpha_D = +5°,32$ pour $L = 0^{dcm},5$. Aux erreurs d'expérience près, ce résultat confirme les deux valeurs $+5,34$ et $+5,62$ pour $L = 0^{dcm},5$, déterminées par voie indirecte.

» Une publication plus étendue nous fournira l'occasion de développer une vérification semblable relative à l'amylglycolate d'amyle.

» Nous poursuivons ces recherches, afin de savoir comment se comportent des corps à trois carbones asymétriques [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches expérimentales sur le point de cristallisation de quelques substances organiques.* Note de M. **Raoul Pictet**. (Extrait.)

« ... La recherche expérimentale des points de congélation d'une foule de substances organiques reste à faire. Je désire présenter aujourd'hui à l'Académie une première série d'observations, faites en collaboration avec M. le Dr baron von Schneider et M. le Dr Altschul.

» Les substances organiques suivantes ont été d'abord purifiées, par une série d'opérations rationnellement conduites, pour les débarrasser des moindres traces de corps étrangers, perturbant, comme on le sait, les températures de cristallisation.

» Nous avons choisi à dessein les substances dont un radical soit le même dans plusieurs corps successifs, afin de distinguer l'effet de l'*introduction*, dans un groupe défini, d'une molécule de $CH^3$ ou de la *substitution* du chlore à l'hydrogène.

» 1° *Chlorure de benzyle :* $C^6H^5, CH^2Cl$. — Nous purifions ce corps et opérons pour sa congélation suivant les règles précises que nous avons exposées précédemment [2]. Afin de trouver sûrement la vraie température cherchée nous refroidissons le liquide dans un bain d'*air froid* au centre du puits frigorifique. Nous faisons plusieurs lectures pendant que les cristaux *se forment* et pendant qu'*ils fondent*.

» La moyenne est seule ici donnée.

---

(1) Genève, Laboratoire de Chimie de l'Université.

(2) Voir *Comptes rendus* de la séance du 1er octobre 1894.

» Température de congélation de $C^6H^5, CH^2Cl = -47°,9$;

» 2° *Chlorobenzol :* $C^6H^4, CHCl^2$. — Nous opérons pour tous les corps comme il vient d'être dit. Température de cristallisation de $C^6H^5, CHCl^2 = -17°,0$.

» 3° *Chlorure de benzényle :* $C^6H^5CCl^3$. — Température de cristallisation $-17°,0$.

» 4° *Aldéhyde benzoïque :* $C^6H^5CH$. — Température de cristallisation $-13°,5$.

» 5° *Pyridine :* $C^5H^5Az$. — Le point de congélation de ce liquide est très inférieur : $-100°$.

» Nous nous réservons de fixer plus tard la vraie valeur de ces températures très basses. Pour comparer la *pyridine* à la *pipéridine,* nous rappelons ci-dessous les deux schémas qui représentent ces deux corps :

Pyridine $C^5H^5Az$.

$$\begin{array}{ccc} & H & \\ & C & \\ HC & \diagup\;\diagdown & CH \\ HC & \diagdown\;\diagup & CH \\ & Az & \end{array}$$

Pypéridine $C^5H^{11}Az$.

$$\begin{array}{ccc} & H^2 & \\ & C & \\ H^2C & \diagup\;\diagdown & CH^2 \\ H^2C & \diagdown\;\diagup & CH^2 \\ & Az & \\ & H & \end{array}$$

» 6° *Pipéridine :* $C^5H^{11}Az$. — Point de congélation $-17°,0$.

» 7° *Chinoline :* $C^9H^7Az$. — Point de congélation $-19°,5$.

» 8° *Aldéhyde cinnamique :* $C^6H^5, CH:CH, CHO$. — Point de congélation $-7°,5$.

» 9° *Acide propionique :* $CH^3, CH^2, COOH$. — Température de cristallisation $-24°,5$.

» 10° *Orthotylol-Orthoxylène :* $C^6H^4(CH^3)^2$. — Tempér. de congélation $-45°,0$.

» 11° *Acide isobutyrique :* $(CH^3)^2CH, COOH$. — Pas encore congelé à $-100°$.

» 12° *Toluène :* $C^6H^5CH^3$. — Pas encore congelé à $-100°$.

» 13° *Acide lactique :* $CH^3CH(OH)COOH$. — Pas encore congelé à $-100°$.

» 14° *Mésitylène :* $C^6H^3(CH^3)^3$. — Pas encore congelé à $-100°$.

» 15° *Méthylaniline :* $C^6H^5AzHCH^3$. — Pas encore congelé à $-100°$.

» 16° *Métaxylène :* $C^6H^4(CH^3)^2$. — Pas encore congelé à $-100°$.

» *Conclusions.* — 1° Nous pouvons constater une loi générale sur l'influence de l'introduction, dans un groupe quelconque de la série aromatique, d'une molécule $CH^3$ : cette molécule *abaisse* toujours le point de congélation.

» Nous voyons par exemple le benzol $C^6H^6$ se congeler à $+4°$. Si nous introduisons une molécule de méthyle $CH^3$, nous obtenons le toluène qui ne cristallise pas encore à $-100°$.

» L'aniline $C^6H^5Az, H^2$ se congèle à $-8°$; l'apport de $CH^3$ retarde la cristallisation de la méthylaniline au-dessous de $-100°$.

» 2° Si l'on substitue à un H, du groupe méthyle, qui pénètre dans un radical, un chlore, le point de congélation *s'élève*. Si l'on substitue aux trois atomes H des Cl, cette élévation du point de congélation s'arrête.

» Ainsi nous avons :

» *Toluène* $C^6H^5CH^3$, non cristallisé à — 100°.
» *Chlorure de benzyle* $C^6H^5CH^2Cl$, cristallise à — 47°,9.
» *Chlorobenzol* $C^6H^5CHCl^2$, cristallise à — 17°,0.
» *Chlorure de benzényle* $C^6H^5CCl^3$, cristallise à — 17°,0.

» 3° Nous avons pu constater également, dans la série d'expériences relatées, l'exactitude de la loi de Bäyer. Ce savant a observé que dans les corps homologues, ayant une structure comparable au point de vue de la place qu'occupe le carbone C, les points de congélation montent ou descendent suivant que le nombre des atomes C est pair ou impair; les corps possédant un nombre impair de C cristallisent aux températures les plus basses.

» En effet, l'acide propionique cristallise à — 24°, pendant que l'acide acétique fond à + 16°,5, et que l'acide butyrique normal se solidifie à — 19°.

» 4° Plus la molécule d'un corps, comparée à celle d'un corps voisin dans la série, présente de symétrie dans les atomes constituants, plus elle est compacte, homogène, avec un groupement symétrique des radicaux élémentaires, plus aussi la congélation s'effectue facilement et à température relativement haute.

» Ainsi l'acide butyrique $CH^3CH^2CH^2COOH$ cristallise à — 19°, et l'acide isobutyrique $\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\Big\rangle CH.COOH$ ne cristallise pas encore à — 100°.

» De même, l'acide $CH^3.CH^2.CH^2.CH^2.CH^2.COOH$ se solidifie à — 18°, et l'acide diéthylbutyrique $\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\Big\rangle CHCH^2CH^2COOH$ n'est pas encore congelé à — 100°.

» L'ortho, le méta, le para-xylène obéissent également à la même loi. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'émission d'un liquide sucré par les parties vertes de l'Oranger.* Note de M. le Dr **M. Büsgen.**

« École forestière d'Eisenach (Saxe).

» Dans le Tome CXVI (1893) des *Comptes rendus*, page 1001, se trouve un Mémoire de M. E. Guinier, sous le titre qu'on vient de lire. Ce Mémoire me donne l'occasion d'attirer l'attention de l'Académie sur un tra-

vail qui, sans doute, est resté inconnu à M. Guinier, dans lequel je crois avoir démontré que les sécrétions du genre de celles que décrit cet auteur ne proviennent aucunement des plantes elles-mêmes, mais sont causées par des pucerons (Aphidiens et Coccidiens). La description parfaitement claire de M. Guinier permet de rapporter d'une façon certaine la sécrétion observée par lui, sur l'Oranger, aux phénomènes connus sous le nom de *Miellée* ou *Miellat* (*Honigthau*), qui, depuis Pline, occupent les naturalistes et ont été déjà l'occasion de Communications répétées dans les *Comptes rendus*, par exemple aux pages 87 et 472 du Tome LXXIV ([1]). Mon travail (*Der Honightau. Biolog. Studien an Pflanzen und Pflanzenläusene ;* von M. Büsgen; Iéna, 1891) traite en détail de l'histoire de nos connaissances sur la Miellée, des rapports de ce phénomène avec les plantes et les pucerons, et du mode de nutrition de ces derniers. Il conduit à ce résultat que les cellules végétales, sauf les cas de blessures graves, n'émettent de liquides sucrés que dans les nectaires. Toute Miellée, sauf celle que déterminent chez les céréales certains champignons, sort de l'anus des Aphidiens ou des Coccidiens. Chez les *Orangers, Camélias* et autres plantes analogues, ce sont des Coccidiens parasites sur les feuilles, de forme aplatie, très difficiles à apercevoir à cause de leur couleur pâle, qui éjaculent le liquide sucré jusqu'à $30^{mm}$ de distance et même à quelques millimètres de hauteur. Une seule de ces Coccidées, qui vit sur le *Camellia japonica,* produisit en douze heures 16 gouttelettes de $1^{mm}$ de diamètre; de telle sorte qu'un rameau d'Érable (*Acer platanoides*) composé de 15 feuilles, dont chacune porterait seulement 16 pucerons, pourrait, dans un seul jour, fournir 1440 de ces gouttelettes.

» Je renvoie pour plus amples détails, notamment pour ce qui a trait aux fonctions des remarquables tubes dorsaux des Aphidiens, au travail cité que j'ai l'honneur de soumettre à la haute compétence de l'Académie. »

---

([1]) Voir aussi : *Sur la manne du Sinaï* et les productions analogues : *La Chimie au moyen âge*, t. I, *Transmission de la Science antique,* p. 385-390; 1893. — SAUMAISE, *De homonymis hyles iatricæ,* p. 245-254. M. B.

PATHOLOGIE ANIMALE. — *Ostéomyélite du maxillaire inférieur chez le Kanguroo.* Note de MM. **Lannelongue** et **Achard**, présentée par M. Milne-Edwards.

« Au printemps de l'année 1892, une maladie particulière sévissait sur les Kanguroos du Muséum; ces animaux présentaient des abcès des mâchoires, l'alimentation devenait pour eux impossible et ils mouraient dans le marasme. M. le professeur Alph. Milne-Edwards voulut bien nous charger d'étudier la microbiologie de cette affection : grâce à son obligeance, nous avons pu pratiquer l'autopsie d'un Kanguroo femelle, sujet de grande taille, mort dans la nuit du 3 au 4 juin 1892.

» Cet animal présentait à la région sous-maxillaire du côté gauche un abcès fluctuant, contenant un pus sanieux, mélangé de grumeaux caséeux et grisâtres; les ganglions de la chaîne parotidienne étaient tuméfiés et suppurés. En disséquant le foyer purulent, nous trouvâmes le corps de la mâchoire inférieure gauche complètement divisé, un peu en avant du trou mentonnier, en deux fragments baignant dans le pus. Le fragment antérieur, friable, laissait voir à nu la longue racine, elle-même nécrosée, de la grande incisive de ce côté. Le fragment postérieur montrait en avant un séquestre adhérent, parfaitement lisse et dénudé, à bord antérieur net, figurant une ligne avec quelques brisures et tout à fait semblable à un séquestre d'ostéomyélite humaine. En arrière de ce séquestre, le maxillaire formait un petit bourrelet d'hyperostose. Les autres régions et les viscères ne présentaient aucun foyer de suppuration.

» Des ensemencements furent faits avec le pus de l'abcès, de l'infiltration œdémateuse et des ganglions, ainsi qu'avec le sang du cœur; des inoculations furent pratiquées dans le péritoine de divers animaux (souris, cobayes, lapins, pigeons) avec le pus et les parois de l'abcès. Les ensemencements faits avec le sang demeurèrent stériles; les autres donnèrent, en cultures pures et mélangées, un microbe particulier que nous allons décrire; des cultures pures furent obtenues notamment avec le pus des ganglions. Enfin les animaux inoculés succombèrent en un ou deux jours et le sang puisé dans leur cœur fournit aussi des cultures pures de ce même microbe.

» Ce microbe se présente sous l'aspect d'un fin microcoque; il est généralement accouplé en diplocoque lorsqu'on l'observe dans le pus; nous ne l'avons jamais vu former de véritables chaînettes; souvent il est groupé en amas épais lorsqu'on l'examine dans les cultures. Il est dépourvu de capsule et se colore par la méthode de Gram.

» Ses cultures sur la gélose ont un aspect un peu variable. Souvent elles forment,

au début, de petits points plus ou moins confluents; les petites colonies sont très cohérentes, mais elles adhèrent à peine à la gélose. Parfois, dès le début, la culture forme une traînée mince, demi-transparente et brillante; plus tard les colonies s'épaississent un peu, restant plus minces sur les bords qui offrent souvent plusieurs zones disposées en cocarde. En vieillissant, les cultures deviennent très adhérentes à la gélose.

» Sur gélatine, par piqûre, les cultures se développent lentement et seulement audessus de 20°.

» Dans le bouillon, la culture ne donne lieu, au bout de vingt-quatre heures, qu'à un léger trouble. Puis ce trouble augmente, une pellicule blanche, plus ou moins épaisse, se forme à la surface. Plus tard se produit un dépôt épais et visqueux, blanc grisâtre, qui, par l'agitation, s'élève du fond du vase en formant un tourbillon consistant, difficile à fragmenter.

» Les effets pathogènes obtenus par l'inoculation des bouillons de culture ont été variables.

» Sous la peau du cobaye, l'injection de $1^{cc}$ à $1^{cc},5$ n'a jamais provoqué d'abcès ni de phlegmon.

» Dans le péritoine du cobaye et du lapin, l'inoculation produit une péritonite suppurée rapidement mortelle : 5 gouttes de cultures virulentes suffisaient à amener la mort en moins de quinze heures.

» L'inoculation intra-veineuse chez le lapin produit la mort par septicémie, sans abcès, ou bien provoque la formation de foyers de suppuration plus ou moins nombreux, ou enfin détermine des troubles passagers n'entraînant pas la mort. Chez les animaux qui succombent, on trouve le microbe à l'état de pureté dans le pus des abcès, dans le sang du cœur et parfois aussi dans l'urine.

» Chez deux lapins, qui ont succombé, l'inoculation intra-veineuse avait donné lieu à la formation d'arthrites suppurées multiples. Chez un troisième, une arthrite radio-carpienne se développa, avec gonflement et fluctuation, l'animal maigrit considérablement, puis fut pris, au vingtième jour, d'une paraplégie transitoire qui disparut au bout de quatre jours; enfin l'arthrite se résorba, le poids remonta et l'animal est encore actuellement vivant et bien portant, après vingt et un mois. Cette expérience nous paraît particulièrement intéressante, car, outre la coexistence d'accidents infectieux variés, elle offre un exemple d'une sorte de pseudo-rhumatisme mono-articulaire, avec épanchement spontanément résorbable, et provoqué par une infection générale [1]. Jamais, par l'inoculation intra-veineuse, nous n'avons produit d'ostéomyélite suppurée, bien que ce microbe fît du pus en différents tissus et bien qu'un certain nombre de nos animaux fussent jeunes et en pleine période de croissance. Mais nous avons pu provoquer la suppuration de la moelle osseuse par une inoculation locale, en introduisant dans l'os, après trépanation, de petits fragments de moelle de sureau imbibés de cultures. Dans un cas notamment, l'os s'étant brisé pendant la trépanation, le foyer de la fracture se transforma en un volumineux abcès.

» Ajoutons que les températures élevées lui font perdre sa virulence. Ainsi à 46° il pousse encore dans le bouillon avec une certaine abondance, quoique plus lente-

---

(1) Nous avons rapporté ailleurs un fait expérimental analogue, observé avec le streptocoque pyogène (*Annales de l'Institut Pasteur*, p. 233; avril 1891).

ment qu'à 37°, mais ses cultures sont inoffensives. Enfin les inoculations non mortelles ne nous ont paru conférer aucune immunité.

» En résumé, le microbe que nous venons d'étudier est un microcoque pyogène, qu'on ne peut identifier complètement avec les microcoques pyogènes vulgaires. Il se rapproche du streptocoque par certains caractères de culture, mais il ne forme pas de chaînettes, pousse plus largement sur le gélose, donne un dépôt plus épais et plus visqueux dans le bouillon qu'il trouble d'ordinaire uniformément. Enfin il n'a pas produit d'ostéomyélites dans les conditions où le streptocoque pyogène en détermine. Toutefois, il faut reconnaître que l'ostéomyélite du Kanguroo présentait bien certains traits des ostéomyélites à streptocoques observées en Pathologie humaine, et notamment la diffusion de la suppuration, l'atteinte marquée du système lymphatique. Par plusieurs caractères, ce microrganisme se rapproche aussi d'un microbe trouvé par Weichselbaum dans une endocardite humaine et décrit par lui sous le nom de *Micrococcus endocarditis rugatus* (¹); mais ce dernier microbe poussait sur la pomme de terre, contrairement au nôtre; de plus, l'auteur allemand le compare pour l'aspect et les dimensions aux staphylocoques, alors que notre microcoque se présentait en grains plus petits.

» Une particularité qui mérite d'être signalée consiste dans les variations des aptitudes pathogènes de ce microcoque pendant les vingt mois durant lesquels nous avons pu poursuivre sa culture. Au début, injecté dans le sang, il tuait facilement par septicémie; à une certaine époque, il provoquait des arthrites : les trois lapins chez lesquels nous avons décrit ces accidents ont été inoculés du 8 au 27 juillet 1892; puis, malgré de nombreuses tentatives, nous n'avons pu reproduire ces arthrites; plus tard, dans les derniers mois, il avait perdu sa virulence et ne déterminait plus aucun phénomène morbide, même lorsqu'on l'inoculait dans le péritoine du cobaye.

» Un dernier point doit être discuté. Quel a été le rôle de ce microbe dans la maladie des Kanguroos? Tout d'abord, il est évident que nous ne sommes pas en droit de conclure de nos recherches qu'il ait été l'agent pathogène et spécifique de cette petite épizootie, puisque l'examen microbiologique n'a porté que sur un seul cas. D'autre part, il y avait dans le foyer purulent, chez l'animal examiné, des microbes nombreux, puisque ce foyer communiquait avec la bouche. On peut toutefois accepter comme vraisemblable que ce microbe ait joué un rôle important dans le développement de l'ostéomyélite du maxillaire, étant donné qu'il était pyogène, qu'il se trouvait dans le pus du foyer, qu'il se trouvait même à l'état de pureté au voisinage du foyer principal, dans les ganglions. Il est très probable encore, vu l'absence de toute lésion viscérale, qu'il avait pénétré dans l'os non par la voie sanguine, mais par la voie buccale, et sans doute

---

(¹) A. Weichselbaum, *Beitr. zur ætiol. u. patholog. Anat. der Endocarditis* (*Beitr. zur patholog. Anat. u. allgem. Pathol. von Ziegler u. Nauwerck*, Bd. IV, 1888. — F. VIII, p. 164).

par l'intermédiaire du tissu lâche qui unit à l'alvéole la longue racine de l'incisive dont l'extrémité nécrosée plongeait dans le foyer ostéomyélitique. C'est aussi, d'ailleurs, d'une origine dentaire que semblent procéder, dans la Pathologie humaine, la plupart des ostéomyélites de la mâchoire inférieure. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *De l'action de la toxine du staphylocoque pyogène sur le Lapin et des infections secondaires qu'elle détermine.* Note de MM. **Mosny** et **G. Marcano** (¹), présentée par M. Verneuil.

« L'inoculation intra-veineuse à doses élevées de cultures filtrées du staphylocoque pyogène doré ($10^{cc}$) fait mourir les Lapins en quelques secondes; mais à la dose de $1^{cc}$ à $2^{cc}$, ces animaux survivent. Ils ne sont nullement vaccinés contre l'action des cultures vivantes et virulentes du staphylocoque susdit. Tout au contraire, l'injection préalable de cultures filtrées semble favoriser l'action pathogène de ce microbe.

» Les animaux survivants se rétablissent promptement, mais au bout de quatre à cinq semaines ils maigrissent, une diarrhée profuse survient sans cause apparente; la température s'abaisse à 37° ou 36° et la mort arrive en deux ou cinq jours.

» L'autopsie a constamment révélé les mêmes lésions, à divers degrés suivant la durée de la survie : petits abcès arrondis, de volume variable, dans l'épaisseur des parois intestinales, et principalement du gros intestin; suppuration des ganglions lombaires; péritonite pelvienne; le plus souvent péritonite purulente généralisée. En aucun cas, les lésions inflammatoires ou suppuratives n'ont dépassé les limites de la cavité abdominale.

» Les examens bactériologiques, colorations et cultures, ont toujours montré la présence, dans le pus, de microbes qui, d'après des recherches ultérieures sur le contenu normal de l'intestin des Lapins, sont les hôtes habituels de cette cavité.

» L'inoculation de ces microbes, pris soit dans l'intestin, soit dans le pus des Lapins qui succombaient, est restée sans résultat lorsqu'elle était faite dans le péritoine. Seule, l'inoculation intraveineuse tuait l'animal en moins de vingt-quatre heures par septicémie, et sans aucune lésion apparente.

(¹) Travail du laboratoire de Bactériologie de M. le prof. Straus.

» L'ensemble de ces expériences montre, en résumé, que l'introduction d'une toxine dans l'économie peut, sans déterminer aucun accident immédiat, provoquer la sortie, hors de l'intestin, de microbes qui s'y rencontrent à l'état normal, et que ces microbes, inoffensifs dans l'intestin, deviennent pathogènes lorsqu'ils en sortent sous l'influence d'une affection septique et déterminent, dans leur nouveau milieu, des suppurations graves qui amènent la mort des animaux à plus ou moins longue échéance.

» La pathologie humaine offre de nombreux exemples de ces prédispositions morbides créées par des infections antérieures, à la suite desquelles s'opère la transformation en microbes pathogènes de microrganismes simplement saprophytes en apparence, hôtes habituels et inoffensifs de l'organisme sain.

» Nos expériences apportent l'appoint du contrôle expérimental à l'étude clinique encore obscure et difficile des infections secondaires. »

M. VERNEUIL fait remarquer, en terminant cette présentation, que les recherches de MM. *Mosny* et *Marcano* constituent un chapitre intéressant de l'histoire en voie de formation de cette grande maladie infectieuse ayant pour agent les staphylocoques et leurs produits et à laquelle il a proposé (¹) de donner le nom de *Staphylococose*, comme on donne celui de *Tuberculose* à la maladie provoquée par le virus tuberculeux, bacille de Koch et ses produits.

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Action des hautes pressions sur quelques bactéries*. Note de M. **H. ROGER**, présentée par M. Bouchard.

« Plusieurs expérimentateurs ont recherché l'action des gaz comprimés sur les bactéries et, en employant l'oxygène ou l'acide carbonique sous des pressions relativement faibles, ont réussi à les atténuer et même à les détruire. La question que j'ai abordée est différente : j'ai étudié l'action exercée sur ces êtres par la compression des liquides où ils végètent.

» Une première série d'expériences a été exécutée au moyen d'un appareil fort ingénieux imaginé par M. Gozand. Il se compose essentiellement d'un réservoir en fonte rempli d'eau; l'extrémité supérieure présente une ouverture où glisse à frottement doux un cylindre en cuivre qui l'obture hermétiquement, une lourde masse métal-

(¹) *Gazette hebdomadaire*. Paris, 1892.

lique peut tomber sur ce cylindre d'une hauteur de $3^m$ ou $4^m$; le choc ainsi produit se traduit par une élévation de pression de $200^{kg}$ à $250^{kg}$ par centimètre carré.

» Les cultures qui ont servi à mes recherches ont été faites dans du bouillon; on en introduisait $1^{cc}$ dans de petits tubes de caoutchouc stérilisés qu'on fermait aux deux bouts; ces tubes étaient plongés dans le liquide de l'appareil et supportaient 5 à 10 chocs successifs. Les microbes employés, staphylocoque doré, bacille du colon, streptocoque de l'érysipèle, bactéridie charbonneuse, sporulée ou asporogène, n'ont nullement été atteints par ces actions mécaniques; leur végétabilité, leur forme, leurs fonctions, leur virulence n'ont subi aucune modification appréciable.

» Devant ces résultats négatifs, j'ai entrepris une deuxième série de recherches qui ont été exécutées dans l'usine de M. Bourdon au moyen des appareils qui servent à graduer les manomètres. Les cultures ont été soumises à des pressions de $1000^{kg}$, $2000^{kg}$ et $3000^{kg}$ par centimètre carré. La durée de l'expérience a été de six minutes pour les pressions de $1000^{kg}$, de douze minutes pour celles de $3000^{kg}$; il fallait dix minutes pour atteindre cette haute pression qu'on maintenait deux minutes; la décomposition se faisait en cinq ou dix secondes. Ce dernier détail a une grande importance, car c'est peut-être à cette décompression rapide qu'on doit attribuer quelques-uns des résultats obtenus.

» Dans ces conditions le staphylocoque doré et le bacille du côlon n'ont éprouvé aucun trouble; le staphylocoque notamment a conservé son pouvoir chromogène.

» Le streptocoque a parfaitement supporté $1000^{kg}$, mais une pression de $3000^{kg}$ a modifié les cultures; les microbes ont été tués dans la proportion de 1 sur 3; ceux qui ont résisté se sont développés plus lentement que les témoins et ont présenté une virulence moindre. Des lapins, inoculés sous la peau de l'oreille avec les cultures normales, succombèrent en cinq ou six jours à une infection généralisée, sans lésion locale; ceux qui reçurent les cultures qui avaient été comprimées furent atteints d'un érysipèle qui guérit en neuf ou dix jours.

» Les effets produits sur la bactéridie charbonneuse varient notablement suivant qu'on emploie des cultures sporulées ou asporogènes.

» Le charbon sporulé, après avoir supporté une pression de $3000^{kg}$, pousse aussi bien qu'auparavant; mais sa virulence est légèrement diminuée; les cobayes auxquels on l'inocule succombent deux ou trois jours après les témoins.

» Si les cultures sont asporogènes, les résultats sont bien plus nets. Jusqu'à $1000^{kg}$ on n'observe aucune modification; mais, à $2000^{kg}$ et à $3000^{kg}$, un grand nombre de bâtonnets sont tués; avant la compression, les cul-

tures sur plaques donnaient des colonies innombrables. Après avoir été soumis à $2000^{kg}$ et $3000^{kg}$, les liquides de cultures, étudiés de même, ne donnaient que cinquante à soixante colonies dans le premier cas, seize à dix-neuf dans le second. La virulence des microbes qui avaient résisté était diminuée dans des proportions notables; au lieu de tuer les cobayes en trois ou quatre jours, les cultures qui avaient supporté $2000^{kg}$ faisaient périr les animaux en douze ou treize jours; celles qui avaient été soumises à $3000^{kg}$ n'amenaient la mort qu'en dix-huit ou dix-neuf jours. On arrive donc à créer ainsi une maladie chronique, analogue à celle que M. Physalix a obtenue en inoculant certains vaccins charbonneux.

» Il existe donc une différence très notable entre la sensibilité des bactéries à l'action des gaz comprimés et leur résistance aux simples élévations de pression. Il faut les soumettre à $2000^{kg}$ et $3000^{kg}$ pour déterminer, chez quelques-unes, des troubles appréciables. Encore est-il qu'on peut se demander si, dans ce dernier cas, les effets ne sont pas dus à l'élévation thermique produite par la compression. M. le capitaine Meillet, qui a bien voulu étudier le problème, a trouvé, par le calcul, que l'élévation de température, en supposant que tout le travail produit fût transformé en chaleur, n'atteignait que $5^{\circ},3$ pour $3000^{kg}$; les effets produits doivent donc être attribués à l'augmentation de la pression. Mais, avant d'accepter cette conclusion comme définitive, il sera bon de déterminer expérimentalement la température qu'acquièrent les liquides comprimés dans les appareils qui nous ont servi [1]. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Sur la désinfection des matières fécales.* Note de M. **H. Vincent**, présentée par M. Duclaux.

« Dans les essais de désinfection des matières fécales, après les avoir additionnées d'une quantité déterminée d'antiseptique, on s'est généralement contenté d'ensemencer directement les déjections dans les milieux nutritifs, introduisant ainsi, en même temps que les microbes, une certaine quantité de désinfectant qui empêche le développement de ceux-ci, ce qui peut laisser croire, à tort, qu'ils ont été détruits.

---

[1] Je tiens à remercier M. Bourdon, qui m'a si gracieusement prêté les appareils employés dans son usine, M. Gozand et M. Étienne, directeur de la maison Bourdon, qui se sont toujours mis à ma disposition, et M. le capitaine Meillet, qui m'a constamment aidé dans mes recherches et a été pour moi un véritable collaborateur.

» Mes expériences ont été faites en évitant autant que possible ces causes d'erreur, c'est-à-dire en détruisant l'antiseptique avant l'ensemencement ([1]), soit en le neutralisant lorsqu'il était acide ou alcalin, soit en précipitant par le sulfure d'ammonium, lorsqu'il contenait un métal précipitable à l'état de sulfure.

» Les ensemencements, faits ensuite dans la gélatine étalée dans des fioles de Gayon, permettaient de compter le nombre des bactéries survivantes et, par suite, d'évaluer l'activité comparée de chaque désinfectant.

» Pour quelques substances antiseptiques, telles que les dérivés de la houille (crésyl, etc.), la neutralisation par un agent chimique ne pouvait être effectuée avec le même succès. Dans ces cas, on a dilué les matières fécales à ensemencer dans une quantité de gélatine nutritive assez grande pour que l'antiseptique fût porté à un degré de dilution incapable de nuire au développement des bactéries.

» Seize désinfectants ont été ainsi comparativement étudiés. Ce sont : sulfate de fer, sulfate de cuivre, chlorure de zinc, bichlorure de mercure; hypochlorites de chaux, de soude et de potasse ; chaux, soude, potasse; acide phénique; huile lourde de houille, crésyl, lysol, solvéol, solutol.

» Les résultats obtenus nous permettent d'énoncer, en premier lieu, la proposition suivante : la stérilisation bactériologique *absolue* des matières fécales et liquides des fosses d'aisances, principalement lorsqu'elles sont putréfiées ou mélangées à la terre, est pratiquement irréalisable, à moins d'élever à un taux considérable (et, par conséquent, fort coûteux) la proportion des désinfectants.

» A des doses moyennes et acceptables de ces derniers, il persiste toujours, dans les selles, un certain nombre de bactéries, la plupart appartenant au genre bacillaire et pourvues de spores, qui fécondent invariablement les milieux de culture. La nature de ces microbes si résistants étant, d'ailleurs, inoffensive, on peut les négliger dans la pratique, et l'on est forcé de rechercher seulement une désinfection relative qui, tout en se rapprochant le plus possible de la désinfection totale, amènera, du moins, sûrement la mort : 1° des microbes pathogènes; 2° du *Bacillus coli communis;* 3° des bactéries de la putréfaction.

» C'est d'après cette règle qu'ont été conduites les présentes recherches.

---

([1]) Les matières fécales ont été délayées dans l'urine jusqu'à consistance semi-fluide.

» Ainsi que j'ai pu le constater, il est un certain nombre de désinfectants qui, bien que jouissant d'une grande faveur pour la stérilisation des fèces, ne possèdent cependant, à leur égard, qu'un pouvoir antiseptique insuffisant. Tels sont :

» Le sulfate de fer du commerce, même à la dose de 250 litres par mètre cube de matière;

» Le chlorure de zinc du commerce dont 150 litres par mètre cube ne diminuent qu'assez peu leur teneur en germes et respectent le Colibacille;

» Le sublimé corrosif à 1 pour 1000 additionné de 5gr pour 1000 d'acide chlorhydrique. A volume égal, il laisse vivants, après vingt-quatre heures et plus, dans les selles, une quantité considérable de germes;

» L'huile lourde de houille qui n'est pas plus efficace que le bichlorure de mercure.

» Le lait de chaux (chaux au cinquième) n'a qu'une action relativement faible, surtout à l'égard du bacille du côlon et du bacille d'Eberth. Une proportion de 50 pour 100 ne tue pas toujours le Colibacille dans les selles, au bout de vingt-quatre heures.

» Par contre, l'acide phénique et surtout le chlorure de chaux, le crésyl, le lysol possèdent une valeur désinfectante très grande.

» Mais le meilleur agent de désinfection des matières fécales et du contenu des fosses d'aisance est le *sulfate de cuivre*. En vingt-quatre heures, on obtient une désinfection excellente avec une proportion de $7^{gr}$ à $8^{gr},5$ de sulfate de cuivre pour $1000^{cc}$ de matières, soient $7^{kg}$ à $8^{kg},500$ pour $1^{mc}$ de celles-ci.

» La désinfection des selles typhoïdiques au bout du même temps s'obtient avec $6^{gr}$ de sulfate de cuivre pour $1000^{cc}$ de déjections. Celle des déjections cholériques réclame $4^{gr}$ de sel. Le bacille virgule a disparu après douze heures d'action.

» Ces expériences nous ont montré qu'il existe un certain nombre de causes susceptibles d'altérer les effets de la désinfection, et dont il importe de tenir le plus grand compte dans la pratique : fluidité plus ou moins grande des matières de vidange, état récent ou ancien de celles-ci, degré plus ou moins élevé de leur alcalinité, origine normale ou pathologique des selles, température ambiante, etc.

» De ces divers facteurs, quelques-uns méritent surtout d'être soulignés.

» 1° Les selles pathologiques, qui sont en général très fluides et renferment des microrganismes pathogènes moins résistants que les saprophytes, sont plus aisément désinfectées que les matières fécales normales, dont la consistance et la composition microbienne offrent une plus grande résistance à l'action des antiseptiques.

» 2° La stérilisation des matières fécales est nettement influencée par

la température ambiante; toutes choses égales d'ailleurs, elle est plus rapide et exige une proportion d'antiseptiques moindre en été qu'en hiver.

» 3° Le degré d'alcalinité des vidanges influe également beaucoup sur les effets des désinfectants, en particulier du sulfate de cuivre et du chlorure de chaux. Lorsque le liquide des vidanges est ancien et putréfié, il contient de fortes proportions d'ammoniaque, qui décomposent le sulfate de cuivre et atténuent, en grande partie, ses effets.

» Ces raisons m'ont conduit à étudier les résultats fournis par l'action simultanée du sulfate de cuivre et d'une faible quantité d'acide minéral destiné à neutraliser l'alcalinité des matières. L'expérimentation a effectivement montré que l'on renforce ainsi singulièrement l'activité du sulfate de cuivre en permettant à son pouvoir antiseptique de s'exercer tout entier.

» Dans ce cas, les matières fécales étant acidifiées à l'aide d'une quantité d'acide sulfurique égale à 10 pour 1000 :

» 1° Pour les *selles normales*, putréfiées ou non, mélangées à de l'urine, et à la température de 16° en moyenne, la désinfection est obtenue en vingt-quatre heures lorsque l'on emploie une proportion de sulfate de cuivre égale à $6^{gr}$ *pour* $1000^{cc}$ *ou* $6^{kg}$ *par mètre cube;*

» 2° Pour la désinfection des *selles typhoïdiques* et la destruction du bacille d'Eberth, la proportion de sulfate de cuivre n'est plus, dans les mêmes conditions de température, que de $5^{gr}$ *pour* $1000^{cc}$ *ou* $5^{kg}$ *par mètre cube d'excréments;*

» 3° Il suffit de $3^{gr},5$ du même désinfectant pour neutraliser $1000^{cc}$ de matières contenant le *bacille du choléra*.

» Dans les deux derniers cas, la désinfection est obtenue en douze heures de contact des matières et de l'antiseptique. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Les vases marines et leur classification.* Note de M. J. THOULET.

« La vase proprement dite est de l'argile ou silicate d'alumine hydraté; en réalité, on donne le nom de vases à des mélanges en proportions variables d'argile, de sable et de débris divers. Jusqu'ici, on n'a jamais tenté de faire de ces dépôts une classification, qui ne serait cependant pas sans utilité pour la confection des Cartes lithologiques du fond des mers.

» Quand on examine des dépôts marins, on est frappé de l'uniformité

de la dimension des grains de sable qui composent chacun d'eux. Elle résulte de l'uniformité des circonstances qui, dans chaque cas, ont présidé à la sédimentation. Lorsqu'un dépôt est constitué par des éléments de dimensions irrégulières, on est assuré que, au point considéré, les circonstances extérieures sont extrêmement variables à des intervalles de temps très rapprochés. Ce cas est exceptionnel. La nature d'un dépôt est donc en relation avec les circonstances sous l'influence desquelles celui-ci s'est constitué; l'influence prépondérante est le mouvement des vagues. On peut dire encore qu'un dépôt existe partout où le mouvement des eaux ne l'a pas enlevé.

» L'argile, qui résulte en majeure partie de l'attaque à l'air libre des roches alumineuses sous l'influence de l'air et de l'eau, est amenée à la mer par les fleuves. Par suite de la salure des eaux marines, et de phénomènes moléculaires sur lesquels j'ai déjà attiré l'attention, elle s'agglomère en flocons qui tomberaient immédiatement sur le fond s'ils n'étaient entraînés par les courants et les vagues. Les échantillons d'eaux recueillis dans les portions océaniques même les plus éloignées des continents et filtrés contiennent toujours de l'argile en suspension.

» Si toutes les eaux étaient dans un repos absolu, le lit de l'Océan serait uniformément recouvert d'argile, surtout au voisinage immédiat de l'embouchure des fleuves. Inversement, si les eaux océaniques étaient partout animées d'un mouvement même très faible, ces matériaux sont tellement légers que nulle part ils ne se déposeraient.

» L'observation montre que le voisinage immédiat de la terre est plutôt occupé par des sables que par des argiles.

» Un amas de grains de sable est comparable à une pile de boulets, faite d'espaces pleins et d'espaces vides. Le calcul montre que le rapport des espaces vides au volume total est de 0,16.

» Examinons directement, dans la nature ou en reproduisant artificiellement le phénomène dans le laboratoire, la façon dont se comporte un courant d'eau contenant des particules argileuses en suspension et coulant sur un lit de sable. Les particules, entraînées par leur poids, tendent à descendre; dès qu'elles arrivent près des grains de sable, le courant diminuant de vitesse à cause du frottement, elles trouvent un abri derrière les grains supérieurs, s'arrêtent, tombent dans les interstices, y rencontrent une eau tranquille, descendent, se tassent et, par additions successives, finissent par combler tous les espaces vides et occuper les 0,16 du volume total de l'amas de sable. La proportion d'argile ne saurait dépasser cette

limite, car, dans ce cas, l'argile se superposerait au sable, et comme elle ne serait alors plus abritée, elle serait emportée par le courant. Une proportion d'argile supérieure à 0,16, dans un dépôt marin, ne peut se rencontrer, d'une façon générale, qu'au contact d'eaux immobiles.

» Je proposerais, dès lors, de classer et de nommer les dépôts marins de la manière suivante : sable; sable vaseux, contenant plus de 0,84 de sable et moins de 0,16 d'argile; vase sableuse, contenant plus de 0,16 d'argile; et enfin vase pure, ne renfermant, comme l'argile rouge et l'argile grise des grands fonds, qu'une très faible quantité de grains minéraux.

» La profondeur où cesse de se faire sentir le mouvement des vagues à l'étude de laquelle un grand nombre de savants et, en particulier, le commandant Cialdi ont consacré leurs travaux, que les frères Weber ont démontré par expérience être pratiquement égale à 350 fois la hauteur de la vague, est donc indiquée en chaque point des côtes par la profondeur à laquelle se rencontrent les premiers sédiments sableux renfermant plus de 0,16 d'argile.

» Comme la profondeur où se fait sentir le mouvement des vagues est fonction de la hauteur, c'est-à-dire de la force de celles-ci, on comprend l'importance qu'il y a à chercher, en chaque localité, le point d'apparition des premières vases sableuses. On y trouvera une donnée particulièrement utile aux ingénieurs chargés d'élever des constructions destinées à résister à la mer.

» Le dosage de l'argile contenue dans un sédiment s'exécute d'une manière très simple, très rapide et très exacte par un siphonnement suivi d'une filtration.

» L'observation du niveau où, dans les lacs, le gravier du rivage disparaît sous les sédiments fins confirme les considérations précédentes. »

M. G. Collet adresse, de Dangé (Vienne), une « Étude sur la pesanteur ». Ce travail sera soumis à l'examen de M. Cornu.

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

---

## BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

---

Ouvrages reçus dans la séance du 26 novembre 1894.

*Cours de Chimie minérale, organique et biologique,* par Armand Gautier, Professeur de Chimie à la Faculté de Médecine de Paris, Membre de l'Institut, etc. — *Chimie minérale,* Paris, G. Masson, 1895; 1 vol. in-8°. (Présenté par l'auteur.)

*Bulletin des Sciences mathématiques,* rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. Août, septembre, octobre 1894. Paris, Gauthier-Villars et fils; 3 fasc. in-8°.

*Nouveaux essais de topographie cranio-encéphalique.* Applications chirurgicales. Trépanation et Trépano-ponction, par M. le professeur E. Masse (de Bordeaux) et M. le Dr Woolonghan. Paris, Bordeaux, 1894; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Larrey.)

*Traité élémentaire de Physique biologique,* par M. Armand Imbert, Professeur à la Faculté de Médecine de Montpellier. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1895; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Marey.)

*Les Missions françaises,* causeries géographiques, par M. R. de Saint-Arroman (Raoul Jolly). Préface de M. le Dr Hamy, Membre de l'Institut, Paris; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Grandidier.)

*Journal de Pharmacie et de Chimie,* n° 10, 15 novembre 1894. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

*Annuaire de l'Observatoire municipal de Montsouris pour l'année* 1895. (Analyse et travaux de 1893.) Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 vol. in-18.

*Recherches sur la flexion des pièces comprimées,* par M. Félix Iasinski, Ingénieur des voies de communication. (Extrait des *Annales des Ponts et Chaussées,* septembre 1894.) Paris, Ch. Dunod et P. Vicq; 1 vol. in-8°.

*Bulletin de la Société géologique de France.* Troisième série. Tome XXI. Octobre 1894. Paris; 1 fasc. in-8°.

*Ministère de l'Agriculture. Bulletin. Documents officiels. Statistique. Rapports. Comptes rendus et Missions en France et à l'étranger. Treizième année.* N° 6; octobre. Paris, Imprimerie nationale, 1894; 1 vol. gr. in-8°.

*Statistique sanitaire des villes de France et d'Algérie, pendant l'année* 1889. 4e année. Melun, 1894; 1 vol. in-8°.

*Bulletin de l'Académie royale de Médecine de Belgique*. T. VIII, n° 9. Bruxelles, Hayez, 1894; 1 fasc. in-8.

*Systematische Phylogenie der Protisten und Pflanzen*, von ERNST HAECKEL. Berlin, 1894; 1 vol. in-8°.

*Transactions of the clinical Society of London*. Vol. XXVII. London, 1894; 1 vol. in-8°.

*Iowa geological Survey*. Volume II. *Coal depositis of Iowa*, by CHARLES ROLLIN KEYES, 1894; 1 vol. in-4°.

*Sulle oscillazioni elettriche a piccola lunghezza d'onda e sul loro impiego nella produzione di fenomeni analoghi ai principali fenomeni dell' Ottica*. Memoria del prof. AUGUSTO RIGHI. Bologna, 1894; 1 vol. in-4°.

*Annual report of the board of regents of the smithsonian Institution, showing the operations, expenditures and condition of the Institution*, to july 1892. Washington, 1893; 1 vol. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 3 DÉCEMBRE 1894.

*Annales de Chimie et de Physique*, par MM. BERTHELOT, PASTEUR, FRIEDEL, MASCART. Décembre 1894. 7e série. Tome III. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

*Bulletin des Sciences mathématiques*, rédigé par MM. GASTON DARBOUX et JULES TANNERY. Deuxième série. Tome XVIII. Novembre 1894; 1 fasc. in-8°.

*Les collections de Botanique fossile du Muséum d'Histoire naturelle*, par M. L. BUREAU, professeur de Botanique. Paris, Imprimerie nationale, 1893; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Milne-Edwards.)

*Les chronomètres de Marine*, par E. CASPARI, ingénieur hydrographe de la Marine. Paris, Gauthier-Villars et fils, G. Masson; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

*Bulletin de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale*, publié sous la direction des Secrétaires de la Société. N° 105, par MM. COLLIGNON et AIMÉ GIRARD. Paris, 1894; 1 fasc. in-4°.

*Projet d'une édition nouvelle des Œuvres complètes de Descartes*. Dijon, 1894; 1 br. in-8°.

*Bulletin de l'Académie de Médecine*. Séance du 27 novembre 1894. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

*Détermination des constantes nécessaires pour la réduction des clichés pris à Helsingfors pour la construction du Catalogue photographique des étoiles jusqu'à la onzième grandeur*, par ANDERS DONNER. Helsingfors, 1894; 1 br. in-4°.

*Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique.* N^os 9, 10. Bruxelles, F. Hayez, 1894; 1 br. in-8°.

*United States geological Survey.* J.-W. POWELL, Director. Washington, 1893; 3 vol. in-4°.

*Bulletin of the United States geological Survey.* Washington, 1893; 20 vol. in-8°.

*University of Pennsylvania. Handbook of information concerning the School of Biology.* Philadelphia, 1889; 1 vol. gr. in-8°.

*The Journal of the College of Science imperial University, Japan.* Vol. VIII, Part 1. Tokyo, Japan, 1894; 1 vol. in-8°.

*Almanaque nautico para* 1896, *calculado de orden de la superioridad en el instituto y observatorio de Marina de la ciudad de San Fernando.* Madrid, 1894; 1 vol. in-8°.

*The openning exercises of the institute of hygiene of the University of Pennsylvania.* Philadelphia, 1892; 1 br. in-8°.

*Plantkunding woordenboek voor de boosnen. Vandava met Korte aantee Keningen over de bruikbaarheid van* HET HOUT, *door* S.-H. KOORDERS. Batavia, Sgravenhague, G. Kolff, 1894; 1 vol in-8°.

## ERRATA.

(Séance du 26 novembre 1894.)

Note de M. *E. Vallier*, Sur les lois de la résistance de l'air :

Pages 885 et 887, *remplacez* partout $\frac{1}{g}$ *par* $\frac{1}{\pi g}$.

Page 887, ligne 3 en remontant, *au lieu de* $\overline{100}^{\frac{5}{5}}$, *lisez* $\overline{100}^{\frac{5}{2}}$.

Note de M. *W. Nicati*, Principes de chroologie ou synthèse physiologique de la couleur :

Page 917, *remplacer* les quatre premières lignes de la Communication par les suivantes :

« Il faut opposer aux théories existantes *des* couleurs une théorie de *la* couleur, en Physiologie *sensation ou apparence de la lumière*, présentant, avec une gamme fondamentale des clartés ou *valeurs*, une série d'autres gammes à étudier dans leur mécanisme et leur évolution.

Note de M. *A. Delebecque*, Sur l'âge du lac du Bourget et les alluvions anciennes, etc. :

Page 932, ligne 25, *au lieu de* postérieures, *lisez* postérieure.
Même page, ligne 27, *au lieu de* Œppli, *lisez* Æppli.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 DÉCEMBRE 1894,

PRÉSIDENCE DE M. LŒWY.

### MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** donne lecture d'une dépêche par laquelle M. le Président de l'Académie impériale de Saint-Pétersbourg annonce à l'Académie la mort de M. *Tchébichef*, notre Associé étranger, décédé le 8 décembre.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la mort de M. *Ferdinand de Lesseps*, Membre libre de l'Académie des Sciences, décédé à la Chesnaye (Indre), le vendredi 7 décembre. Les obsèques doivent avoir lieu dans le courant de cette semaine.

M. le **Président** prend alors la parole et s'exprime comme il suit :

« Vous avez certainement appris, par la voix de la Presse, la mort de notre doyen Ferdinand de Lesseps. Notre Confrère s'est doucement éteint

le 7 décembre, à l'âge de 89 ans, dans sa propriété de la Chesnaye. Bien des orages ont passé dans ces derniers temps sur la tête de ce vieillard illustre. Peut-être ne faut-il pas trop regretter que le déclin de ses forces l'ait rendu, depuis quelques années, presque étranger aux tristes préoccupations d'ici-bas. Son nom restera à jamais attaché à une œuvre immense, dont le succès est dû tout entier à ses glorieux efforts, et qui marquera une date mémorable dans l'histoire de la civilisation.

» Je suis sûr d'être l'interprète de vos sentiments en levant la séance en signe de deuil. »

La séance sera levée immédiatement après le dépouillement de la Correspondance.

CHIMIE MINÉRALE. — *Étude des différentes variétés de graphite.* Note de M. **Henri Moissan**.

« Nous avons démontré dans un travail précédent que, par une élévation de température suffisante et à la pression ordinaire, le diamant et le carbone amorphe étaient toujours amenés à l'état de graphite.

» Le graphite est donc, à haute température et sans pression, la forme stable du carbone. Nous résumerons aujourd'hui les principales recherches que nous avons entreprises sur cette variété de carbone.

» Je rappellerai d'abord que ce qui caractérise la variété graphite est, d'après M. Berthelot, sa transformation rapide en oxyde graphitique sous l'action de certains mélanges oxydants et, en particulier, du chlorate de potassium et de l'acide nitrique.

» Cette curieuse réaction, découverte par Brodie, permet de transformer le graphite en un composé presque toujours cristallin, qui a la propriété de déflagrer par la chaleur en augmentant beaucoup de volume et en laissant un résidu noir d'oxyde pyrographitique. M. Berthelot a décrit avec soin les conditions de cette oxydation et l'a appliquée à l'étude des graphites autrefois connus. J'ai étendu cette recherche aux nombreux échantillons de graphite que j'ai pu obtenir dans les expériences faites au four électrique (1).

(1) Lorsque l'on emploie l'acide azotique fumant et le chlorate de potassium, en suivant exactement les conditions indiquées par M. Berthelot, la couleur de l'oxyde graphitique peut varier du vert ou du marron foncé au jaune, et l'oxydation complète

» J'ai joint à cette première étude la détermination des températures de combustion dans l'oxygène et des densités de plusieurs variétés de graphite. La recherche de la densité présente dans ce cas des difficultés très grandes. Il m'a été impossible de priver certains échantillons des gaz qu'ils semblaient retenir mécaniquement; aussi les densités ne nous ont pas présenté un accroissement aussi régulier que les vitesses d'oxydation.

» Les graphites que nous avons étudiés ont été préparés par deux procédés différents :

» 1° Action d'une haute température sur le carbone;

» 2° Cristallisation du carbone sous l'action d'un dissolvant métallique.

I. — Graphites obtenus par l'action d'une haute température.

» *Diamant.* — Jacquelain a déjà donné les propriétés du graphite provenant du diamant chauffé dans l'arc; nous ajouterons à ces observations que ce graphite affecte une forme cristalline irrégulière. Les cristaux enchevêtrés sont trapus, d'un noir brillant et présentent quelques rares facettes planes. Lorsque l'expérience a été faite avec un courant de 350 ampères et 70 volts, l'attaque par l'acide azotique monohydraté ordinaire et le chlorate de potassium est assez rapide. Après trois attaques, la transformation est complète et il se produit un oxyde graphitique de couleur jaune. A la combustion, ce graphite nous a donné pour 100 de carbone, 99,88 et 0,016 de cendres.

» *Carbone sublimé.* — Le carbone sublimé recueilli sur l'électrode positive de l'arc, carbone sublimé dont j'ai déjà parlé dans un travail précédent, n'a été complètement transformé en employant l'acide azotique fumant ordinaire qu'à la quatrième attaque. L'oxyde graphitique, d'abord verdâtre, est devenu finalement jaune. Ses frag-

---

demande parfois six à huit attaques successives. Il n'en est plus de même lorsque l'on emploie de l'acide azotique préparé au moyen d'azotate de potassium récemment fondu et d'acide sulfurique bouilli employé en grand excès.

Dans ces conditions, en ajoutant à l'acide azotique concentré le graphite sec, puis le chlorate de potassium bien sec par petites quantités, l'oxydation se produit beaucoup plus rapidement et, pour les graphites naturels, elle commence à apparaître dès la fin de la première attaque. On doit employer en chlorate de potassium vingt à trente fois le poids du graphite à transformer. L'attaque doit durer douze heures, et se terminer à la température de 60°.

Il faut avoir grand soin de ne jamais porter tout d'abord ce mélange de chlorate de potassium, d'acide azotique et de carbone à une température de 60°, sous peine d'avoir des explosions souvent assez violentes.

A la fin de ces oxydations, l'oxyde graphitique obtenu en cristaux plus ou moins nets possède toujours le même aspect gras et la même couleur jaune. Dans quelques cas, on obtient un oxyde graphitique presque incolore.

ments parfaitement transparents avaient l'apparence de feuillets contournés; à l'analyse, il nous a donné les chiffres suivants : carbone 99,90, hydrogène 0,031, cendres 0,017.

» *Carbone des extrémités d'électrode.* — L'extrémité des électrodes est transformée en un graphite compacte, tendre, sans trace de cristallisation, prenant un ton gris sous le moindre frottement et fournissant, à la troisième attaque avec l'acide concentré, un oxyde graphitique jaune.

» *Carbone recueilli sur le tube chaud froid.* — Amas de cristaux noirs brillants donnant à la troisième attaque un oxyde graphitique jaune cristallisé qui se présente sous forme de lames contournées et d'hexagones.

» *Charbon de sucre.* — Le charbon de sucre, purifié au chlore et placé dans un creuset fermé, a été chauffé, pendant dix minutes, sous l'action d'un arc de 350 ampères et 70 volts. L'aspect du charbon est sensiblement le même qu'avant l'expérience; sa couleur cependant est devenue plus grise. Aucun fragment ne possède l'aspect cristallin, quel que soit le grossissement employé. Il laisse une trace grise sur le papier et, lorsqu'on l'écrase, il prend nettement le ton du graphite. A la troisième attaque par le mélange oxydant, il est transformé en oxyde graphitique jaune pâle qui présente quelques hexagones très réguliers. Ce graphite brûle dans l'oxygène à la température de 660°. Sa densité est de 1,19. Il donne à l'analyse : carbone 99,87, hydrogène 0,032 et cendres 0,110.

» *Charbon de bois.* — Le charbon de bois, préalablement purifié, a été chauffé dans un creuset muni de son couvercle. La chauffe a duré environ dix minutes avec une marche régulière, pendant cinq minutes, de 2200 ampères et 60 volts. L'expérience a dû cesser par suite de projections de chaux fondue tout autour du four.

» Ce charbon de bois a conservé son aspect primitif, mais, sous l'action du plus léger frottement, il prend une couleur grise et devient brillant. Au microscope, les fibres du bois, bien que légèrement altérées, ont à peu près conservé leur forme. Ce graphite est difficilement attaquable par le mélange oxydant, et il fournit un oxyde graphitique d'un jaune très pâle formé, le plus souvent, d'un amas de petits rectangles allongés, ou de masses possédant encore une texture fibreuse.

II. — Cristallisation du carbone sous l'action d'un dissolvant métallique.

» Cette cristallisation peut se produire par deux méthodes différentes, soit que l'on déplace le carbone combiné au métal fondu par un autre corps simple, soit que l'on utilise la différence de solubilité du carbone dans le métal liquide à haute et à basse température. Nous ne nous occuperons aujourd'hui que de ce second procédé.

» D'une façon générale, pour obtenir les graphites des métaux réfractaires, on préparait d'abord le carbure du métal; puis, dans une nouvelle opération, on saturait ce composé de carbone au moyen du four électrique. Le culot ainsi obtenu était attaqué au rouge par un courant de chlore pur et sec. Le résidu formé par un mélange de charbon amorphe et de gra-

phite était attaqué par l'acide nitrique fumant qui détruit la première variété de carbone. Le graphite restant était traité par l'acide fluorhydrique à l'ébullition, puis par l'acide sulfurique chaud, enfin lavé et séché.

» *Aluminium.* — Lorsque l'on chauffe l'aluminium pendant $5^m$ à $6^m$ au four électrique (350 ampères et 70 volts), en présence de charbon de sucre, ou même simplement dans un creuset en charbon, le métal se carbure, et, par refroidissement, on obtient un culot présentant une cassure cristalline jaune et renfermant le carbure d'aluminium $C^3Al^4$. Si l'on chauffe $10^m$ à $12^m$, le carbure d'aluminium se volatilise en partie, et il reste une substance grise, cassante, poreuse, hérissée de cristaux de graphite. Ce dernier composé est isolé par l'acide chlorhydrique, puis purifié par l'acide nitrique, par l'acide sulfurique et l'acide fluorhydrique. Finalement, il se présente en groupements de petits cristaux très brillants, présentant parfois quelques filaments noirs. Sa densité est de 2,11. Dès la première attaque par le mélange oxydant, le graphite se gonfle et, dès la deuxième, les plus petits fragments sont complètement transformés en oxyde graphitique. L'acide concentré fournit, à la première attaque, un oxyde vert clair qui devient jaune à la seconde.

» *Manganèse.* — Le manganèse préparé au four à vent ne renferme, comme M. Berthelot l'a indiqué, que du carbone amorphe; mais lorsque l'on prend ce carbure de manganèse et qu'on le chauffe pendant quinze minutes en présence d'un excès de carbone sous l'action d'un arc de 350 ampères et 50 volts, le culot métallique qui reste renferme des cristaux de graphite et en est recouvert (¹). Ce graphite est en lames brillantes assez grandes, présentant de beaux hexagones réguliers. Traité par le mélange oxydant, il fournit à la troisième attaque une transformation complète en oxyde graphitique jaune bien cristallisé.

» *Nickel.* — Le nickel chauffé au four électrique donne un graphite qui, par l'aspect et la forme, rappelle celui de la fonte grise, mais ses cristaux sont beaucoup plus nets. Ils se transforment facilement dès la deuxième attaque en oxyde graphitique.

» *Chrome.* — Les carbures de chrome, que nous avons déjà décrits dans une Note présentée à l'Académie, dissolvent avec facilité du carbone et, par refroidissement, ils laissent un culot métallique qui, par traitement par les acides, fournit des cristaux beaucoup plus petits que ceux du manganèse. Ces cristaux sont irréguliers, moins brillants et ils s'attaquent déjà plus difficilement que les graphites du fer (²) et du manganèse, ce qui tient au point de fusion élevé du chrome. Par le mélange oxydant, la transformation ne commence nettement qu'à la troisième attaque. Il se fait un oxyde graphitique, volumineux, jaune pâle, se présentant en masse irrégulière.

---

(¹) Cette expérience semble être en contradiction avec la démonstration que j'ai donnée précédemment de la facile volatilisation du manganèse au four électrique. Cela tient à ce que le manganèse métallique est beaucoup plus volatil que le manganèse carburé. Ce dernier corps cependant finit aussi par disparaître sous l'action calorifique continue de l'arc électrique.

(²) Nous décrirons les graphites fournis par le fer dans différentes conditions de température dans une prochaine Note.

» *Tungstène.* — Le point de fusion du tungstène est plus élevé que celui du chrome; son graphite se présente en petits cristaux noirs brillants et d'une forme régulière ne commençant à se transformer en oxyde graphitique qu'à la troisième attaque.

» *Molybdène.* — Le graphite du molybdène se présente en amas de petits cristaux noirs brillants. Parfois ces cristaux forment un véritable feutrage ou sont réunis en masses arrondies. Ils s'attaquent plus difficilement par le mélange oxydant que les précédents. L'oxyde graphitique obtenu est de couleur jaune et de forme plus ou moins régulière.

» *Uranium.* — Amas de petits cristaux noirs et brillants qui ne commencent à s'attaquer avec difficulté par le mélange oxydant qu'à la troisième attaque. Le graphite de l'uranium fournit un oxyde graphitique jaune de forme irrégulière.

» *Zirconium.* — Le graphite de ce métal se présente en un feutrage de petites masses tourmentées présentant des surfaces perforées entourées le plus souvent de filaments plus ou moins longs. Attaque lente et difficile par le mélange oxydant; oxyde graphitique jaune.

» *Vanadium.* — De tous les métaux réfractaires que j'ai pu préparer au four électrique, le vanadium est le plus infusible. Son graphite est rarement cristallisé; il se présente surtout en fragments irréguliers très fins, perforés ou légèrement échancrés et présentant parfois des extrémités arrondies.

» A la troisième et à la quatrième attaque du mélange oxydant, c'est à peine si quelques fragments commencent à se transformer en oxyde graphitique. En continuant l'action du chlorate et de l'acide, on obtient un oxyde graphitique jaune ayant conservé la forme des fragments primitifs.

» *Conclusions.* — Quelle que soit la variété de carbone mise en expérience, une élévation de température suffisante l'amène toujours à l'état de graphite. Ce graphite peut être amorphe ou cristallisé. Sa densité varie entre 2,10 et 2,25. Sa température de combustion dans l'oxygène est voisine de 660°.

» Il existe plusieurs variétés de graphite, comme il existe plusieurs variétés de carbone amorphe ou de diamant.

» La stabilité du graphite s'élève suivant la température à laquelle il a été porté.

» Ce fait est mis nettement en évidence par la résistance plus ou moins grande que présente le graphite pour se transformer en oxyde graphitique. Du reste, au fur et à mesure que s'élève le point de fusion du métal dans lequel le graphite s'est formé, sa difficulté d'oxydation augmente avec netteté. C'est ainsi que, par une élévation de température, on peut transformer un graphite facilement attaquable, comme celui de Ceylan, en un graphite beaucoup plus résistant. »

TOPOGRAPHIE. — *Reconnaissance faite à l'aide de la Photographie, pour la délimitation de la frontière entre l'Alaska et la Colombie britannique.* Note de M. LAUSSEDAT.

« J'ai eu l'honneur, il y a deux ans, d'entretenir l'Académie des résultats remarquables obtenus par le service topographique du Canada, en appliquant la méthode photographique à la construction de la Carte d'une partie des Montagnes Rocheuses traversée par le chemin de fer du Pacifique.

» Tout récemment, la question de la délimitation de l'Alaska, cédé aux États-Unis par la Russie, et de la Colombie britannique, a fourni aux ingénieurs canadiens une nouvelle occasion de démontrer la très grande supériorité de cette méthode sur toutes les autres dans des circonstances particulièrement difficiles.

» Il avait été convenu entre les membres de la Commission mixte que les opérateurs de la section des États-Unis se chargeraient de relever la côte, tandis que ceux de la section canadienne reconnaîtraient l'intérieur du pays jusqu'à la distance de dix lieues marines, c'est-à-dire plus de $55^{km}$. Cette répartition du travail s'imposait, pour ainsi dire, les ingénieurs des États-Unis n'étant pas familiarisés avec le nouveau procédé auquel on prévoyait qu'il faudrait nécessairement recourir dans une région couverte de glaciers et de champs de neige.

» Le nombre des opérateurs canadiens exercés était pourtant jusqu'alors très limité, mais M. Mac-Arthur, qui, sous la direction de l'arpenteur général M. E. Deville, avait si complètement réussi dans les Montagnes Rocheuses, parvint aisément à en former de nouveaux qui furent initiés en un mois à la pratique de la méthode et des instruments et aux principes de la Photographie. Sept brigades, composées chacune d'un opérateur en titre et de cinq aides, auxquels vinrent s'adjoindre un officier et un assistant américains, se trouvèrent prêtes à entrer en campagne en mai 1893.

» Les côtes de l'Alaska sont profondément découpées et forment une foule de golfes ou de fiords dont les bords abrupts servent de bases à des montagnes très élevées, sans cesse couvertes de neige, avec un climat extrêmement pluvieux en été.

» Les sept brigades, réparties le long de la côte, étaient pourvues de canots au moyen desquels elles pénétraient au fond des fiords aussi loin que possible. Il ne leur fallait pas moins transporter encore les instruments

et les provisions à de grandes distances, à travers les glaciers et les névés. Souvent la pluie tombait pendant dix jours de suite et, du campement établi au pied de la montagne, il fallait guetter les moments où le ciel paraissait vouloir se découvrir. Il arrivait parfois que, partis à $2^h$ du matin et après avoir fait péniblement une ascension de six à sept heures de durée, les opérateurs se trouvaient encore au milieu du brouillard, passaient toute la journée à attendre une éclaircie et se voyaient obligés de descendre sans avoir rien fait.

» Quand, par miracle, les nuages se dissipaient et laissaient apercevoir le paysage, même pendant un temps très court, on en profitait pour prendre à la hâte quelques vues et pour faire les observations angulaires strictement nécessaires; puis le brouillard revenait, et il fallait attendre qu'il s'élevât de nouveau pour continuer.

» Après bien des heures ainsi passées à endurer le froid à des hauteurs de $1200^m$ à $2000^m$ et plus, et par des latitudes de $55^\circ$ à $60^\circ$, on parvenait, dans certains cas, à compléter les observations, mais d'autres fois on était obligé de regagner le campement pour y attendre des circonstances plus favorables.

» On conçoit que la Photographie seule ait permis de triompher de tant d'obstacles et, en effet, les délégués américains qui accompagnaient les brigades avec leurs planchettes ne purent à peu près rien faire sauf pendant quelques journées exceptionnellement belles. Au contraire, à l'aide de leurs appareils, les opérateurs canadiens recueillaient, souvent en quelques minutes, pour la construction d'une carte répondant à l'objet que l'on se proposait, plus d'éléments que l'on en eût pu obtenir par toute autre méthode, en y consacrant des semaines entières. Cela équivaut à dire que, sans la Photographie, l'opération de la délimitation projetée eût été impraticable.

» Voici, au surplus, quelques détails précis que nous empruntons, comme la plupart d'ailleurs des renseignements précédents, à une Note qu'a bien voulu nous faire parvenir M. Mac-Arthur par l'entremise obligeante de M. E. Deville.

» En 1893, il y a eu, en tout, vingt jours où il a été possible de travailler. Pendant ce temps, morcelé comme on peut à peine l'imaginer, M. Mac-Arthur est parvenu à occuper 70 stations, il a exposé 108 plaques représentant un terrain dont la surface dépassait $3000^{kmq}$.

» Les autres brigades, composées d'opérateurs moins exercés, ont cependant reconnu chacune de 12 à $1300^{kmq}$.

» En 1894, la saison ayant été plus favorable et grâce à l'expérience acquise, M. Mac-Arthur a pu explorer une surface de plus de $5000^{kmq}$, en faisant 24 ascensions et en exposant 275 plaques. Chacune des six autres brigades a reconnu, de son côté, en moyenne $3000^{kmq}$, ce qui fait en tout $23000^{kmq}$ pour la campagne de 1894. Il est bien entendu toutefois que ce travail de reconnaissance ne doit pas être comparé au lever détaillé effectué de 1888 à 1892 dans les Montagnes-Rocheuses, mais il paraît devoir amplement suffire aux besoins de la Commission de délimitation.

» Il n'est pas sans intérêt de savoir qu'au cours de cette exploration des Alpes de l'Alaska, qui forment une chaîne très élevée parallèle à la côte, on a reconnu que le mont Elie, qui lui donne son nom, parce qu'il en avait été jusque là considéré comme le point le plus élevé, est dominé par un autre pic, le mont Logan, dont l'altitude est de près de $6000^{m}$ ($5947^{m}$), tandis que celle du mont Elie n'est que de $5520^{m}$; enfin on a aussi constaté qu'un troisième pic, le mont Fairweather, dépasse encore notre mont Blanc et atteint l'altitude de $4940^{m}$.

» Pour faire apprécier toute l'importance de cette belle application de la méthode photographique, il convient d'ajouter que, chaque année, les ingénieurs canadiens ont été obligés de parcourir plus de $11000^{km}$ pour se rendre sur le théâtre des opérations et pour rentrer à Ottawa, où s'exécute le travail de rédaction de la Carte sur des épreuves rapportées de si loin. »

ASTRONOMIE. — *Sur les variations séculaires des orbites des quatre planètes intérieures.* Note de M. S. NEWCOMB.

« On sait que le mouvement actuel du périhélie de Mercure est plus grand que le mouvement calculé en tenant compte de l'action de toutes les planètes connues. Le Verrier est le premier qui ait remarqué cet excès de mouvement; il l'attribua à l'action d'un groupe de planètes encore inconnues, entre le Soleil et l'orbite de Mercure. Un tel groupe doit produire des changements des autres éléments, non seulement de Mercure, mais de Vénus et même de la Terre. Les recherches que je viens de terminer sur les théories des quatre planètes les plus voisines du Soleil m'ont conduit à aborder le problème de ces variations et de leur cause, par la méthode suivante :

» 1. On détermine les variations séculaires des éléments des quatre planètes au moyen des observations seules, indépendamment de toute hypothèse sur la cause de ces variations.

» 2. On détermine les masses des planètes perturbatrices par les méthodes les plus précises, les variations séculaires qu'elles produisent étant exceptées.

» 3. On calcule les variations séculaires qui doivent être produites par les masses ainsi déterminées.

» 4. On compare ces résultats de l'observation et de la théorie, et on cherche la cause de leurs différences.

» Par la discussion de 62000 observations méridiennes du Soleil, de Mercure, de Vénus, de Mars, et de toutes les bonnes observations des passages de Mercure et de Vénus sur le disque du Soleil, je suis parvenu aux valeurs des variations séculaires qui se trouvent dans la première colonne du Tableau suivant.

» J'ai déterminé les masses suivantes de Mercure, de Vénus et de Jupiter, par les perturbations périodiques qu'elles produisent; celle de la Terre résulte de la valeur 8″,800 de la parallaxe du Soleil (moyenne des meilleures déterminations). J'ai admis la masse de Mars trouvée par M. Hall par les observations des satellites.

| | |
|---|---|
| Mercure, masse | $\frac{1}{7000000}$ |
| Vénus, » | $\frac{1}{406770}$ |
| Terre, » | $\frac{1}{328000}$ |
| Mars, » | $\frac{1}{3093500}$ |
| Jupiter, » | $\frac{1}{1047,35}$ |

» Ces valeurs et les masses connues des autres planètes produisent les variations suivantes, déterminées par le calcul :

*Comparaisons des variations observées et calculées.*

| Mercure. | Variation observée. | Variation calculée. | Différence. |
|---|---|---|---|
| $D_t e$ | + 3″,36±0″,50 | + 4″,24 | −0″,88 |
| $e D_t \pi$ | +118,24±0,40 | +109,76 | +8,48 |
| $D_t i$ | + 7,14±0,80 | + 6,76 | +0,38 |
| $\sin i D_t \theta$ | − 91,89±0,50 | − 92,51 | +0,62 |
| Vénus. | | | |
| $D_t e$ | − 9,48±0,20 | − 9,67 | +0,19 |
| $e D_t \pi$ | + 0,26±0,20 | + 0,34 | −0,08 |
| $D_t i$ | + 3,75±0,30 | + 3,50 | +0,25 |
| $\sin i D_t \theta$ | −105,42±0,07 | −106,01 | +0,59 |

| Terre. | Variation observée. | Variation calculée. | Différence. |
|---|---|---|---|
| $D_t e$ .......... | $-\ 8'',55 \pm 0'',09$ | $-\ 8'',57$ | $+0'',02$ |
| $e D_t \pi$......... | $+\ 19,48 \pm 0,11$ | $+\ 19,39$ | $+0,09$ |
| $D_t \varepsilon$ .......... | $-\ 47,11 \pm 0,25$ | $-\ 46,89$ | $-0,22$ |
| Mars. | | | |
| $D_t e$.......... | $+\ 19,00 \pm 0,27$ | $+\ 18,71$ | $+0,29$ |
| $e D_t \pi$......... | $+149,55 \pm 0,35$ | $+148,80$ | $+0,75$ |
| $D_t i$ .......... | $-\ 2,26 \pm 0,20$ | $-\ 2,34$ | $-0,02$ |
| $\sin i D_t \theta$ ...... | $-\ 72,60 \pm 0,20$ | $-\ 72,56$ | $-0,04$ |

» Trois de ces différences méritent attention, à cause de leur grandeur. Ce sont les mouvements des périhélies de Mercure et de Mars, et celui du nœud de Vénus. Les mouvements du nœud et de l'excentricité de Mercure s'écartent aussi de leurs valeurs théoriques, de quantités bien plus grandes que les erreurs probables.

» Si ces écarts sont réels, on peut les attribuer à deux causes :

» 1° Pour expliquer les mouvements des périhélies de Mercure et de Mars, on peut supposer que la loi de Newton n'est pas entièrement exacte et que la force attractive du Soleil varie actuellement comme $r^{-(2+\delta)}$, $\delta$ étant une très petite fraction dont la valeur est environ 0,0000001574. Cette hypothèse a été proposée tout récemment par M. A. Hall : je ne sais s'il est le premier qui l'ait émise.

» 2° On peut attribuer les écarts à l'action de masses de matières encore inconnues.

» A première vue, on serait porté à croire que la seconde hypothèse doit être décidément préférée. Elle semble assez probable *a priori*; elle n'entraîne aucun changement dans une loi de la nature; elle est la seule qui explique d'autres écarts que ceux des périhélies, car les périhélies sont les seuls éléments qui seront changés si l'on accepte la première hypothèse seule. Mais où peut-on placer ces masses? L'ellipticité du Soleil, si elle existe, est trop petite pour expliquer aucun des mouvements. Un anneau de planétoïdes, voisin du Soleil, doit avoir une inclinaison sur l'écliptique d'environ 9° pour produire à la fois les mouvements observés du périhélie de Mercure et du nœud de Vénus. Si l'anneau était voisin du Soleil, le rapport de sa masse à la masse du Soleil doit être de $\frac{1}{11000}$. Cette masse produirait une ellipticité sensible dans la figure du Soleil, et la quantité de lumière réfléchie par un tel anneau serait énorme. Une masse en mouvement près du plan de l'écliptique augmenterait l'écart du mouve-

ment du nœud de Vénus. Enfin, je trouve que, pour tenir compte à la fois des variations des éléments de Mercure et de Vénus, il faut placer l'anneau entre les orbites de Vénus et de Mercure. Voici les éléments elliptiques qui rendent compte à peu près de tous les écarts qui se rapportent à ces planètes :

| | |
|---|---|
| Distance moyenne | 0,48 |
| Excentricité | 0,04 |
| Longitude du périhélie | 10° |
| Longitude du nœud | 35° |
| Inclinaison sur l'écliptique | 7°,5 |
| Masse | $\frac{1}{37000000}$ |

» Bien que cette hypothèse réduise les écarts au-dessous de leurs erreurs probables, je la regarde plutôt comme une curiosité que comme une réalité. En effet, il me semble impossible qu'un tel groupe ait pu échapper à la découverte.

» Revenons à l'autre hypothèse. En cherchant les valeurs des masses des planètes qui produiraient les variations séculaires observées, les périhélies exceptés, on trouve ce résultat remarquable, que la seule masse qu'il faille changer de beaucoup est celle de la Terre. Ce changement entraîne une diminution notable de la parallaxe du Soleil. En admettant la valeur 8″, 78 de cette constante et les valeurs $\frac{1}{408000}$ et $\frac{1}{6000000}$ pour les masses de Vénus et de Mercure, toutes les variations séculaires peuvent être assez bien représentées par l'hypothèse de Hall, et avec la valeur 8″, 77 de la parallaxe aucun changement n'est nécessaire dans les masses des autres planètes. Quoique je sois loin de regarder cette hypothèse comme bien établie, il me semble qu'on peut l'adopter comme provisoire. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur une nouvelle grotte ossifère découverte à la Pointe-Pescade, à l'ouest d'Alger-Saint-Eugène;* par M. A. POMEL.

« Des travaux de construction de voie ferrée en tunnel ont fait connaître l'existence d'une grotte ou caverne, ouverte en grande partie dans le calcaire cipolin, au-dessous de la route départementale et un peu à l'est de l'ancien poste de douane de Pointe-Pescade. Une autre grotte ossifère, fouillée autrefois par le Dr Bourjot, mais aujourd'hui disparue dans l'exploitation du rocher, se trouvait un peu au-dessus de la route et à peu de mètres de distance. Nous avons quelques ossements qui en proviennent.

» La nouvelle grotte contenait une grande quantité d'ossements, qui ont attiré l'attention des ouvriers. M. l'ingénieur en chef des Mines Pouyanne, mon collègue de direction de la Carte géologique, prévenu, a fait, près des directeurs et entrepreneurs des travaux, des démarches pour assurer la récolte et la conservation de ces fossiles; il a obtenu d'eux toutes les facilités nécessaires. Il a délégué M. Brive, l'un de nos adjoints au Service géologique algérien, pour suivre les travaux et faire au besoin exécuter des fouilles particulières. La récolte a été abondante, très instructive, et déposée au laboratoire de l'École des Sciences, où nous la soumettons à l'étude.

» Je me suis empressé moi-même de rentrer de voyage pour visiter les fouilles et étudier le gisement. La grotte était remplie presque totalement par une terre rougeâtre, calcaréo-limoneuse, contenant des concrétions calcaires, ayant encroûté souvent les ossements, terre semblable à celle qui recouvre les pentes extérieures voisines et semble résulter d'atterrissements par ruissellement. Le remplissage de la grotte peut résulter du remaniement de cette terre, introduite probablement par des fentes ou des canaux inconnus, peut-être à l'état plus ou moins boueux pour avoir pu emballer sans ordre les ossements qui se trouvaient alors dans la grotte ou au voisinage de ces canaux.

» Les ossements, mêlés dans tous les sens et dans toutes les positions, sans connexion squelettique, sont le plus souvent cassés à l'une ou à l'autre extrémité, quelquefois aux deux, mais ne portent aucune trace de transport alluvionnaire; aucun galet ni sable ne les accompagne. On ne remarque aucune trace d'habitation, pas d'outil d'aucune sorte, pas de poteries, pas de traces de foyers, pas d'os rongés. Donc, ou cette grotte n'était pas habitée, ou elle avait cessé de l'être lors de l'envahissement complet par la terre ossifère, qui, dans ce cas, n'aurait pas été assez brusque pour en empêcher l'évacuation. L'ancienne caverne de Bourjot avait incontestablement servi d'habitation, et peut-être y avait-il dépendance entre elles.

» Le déblayage de la caverne a enfin conduit à la découverte d'une entrée, ouverte sur le flanc de la falaise rocheuse et devant être difficilement accessible. Cela a permis d'arriver jusqu'au sous-sol de la terre à ossements, et de constater qu'il était formé par une croûte constituée par une agglomération de moules, de serpules fossilisées à test disparu. La mer avait donc pénétré dans la grotte, à une époque où elle était encore libre de terre à ossements, et cette dernière n'y a pénétré que lorsque l'immersion qui a soulevé les plages à *Strombus mediterraneus* eut également immergé la grotte, et cela à l'origine des temps néolithiques.

» La découverte tout à fait imprévue de cet ossuaire est venue jeter un grand jour sur la constitution de la dernière faune des Vertébrés quaternaires de la côte barbaresque, car elle montre réunies un certain nombre

d'espèces remarquables, déjà connues pour la plupart mais souvent trouvées dans des localités différentes, isolées entre elles et sans lien stratigraphique pouvant en établir la contemporanéité. On avait même cru que certaines espèces pouvaient caractériser des phases particulières dans la période néolithique, en raison de quelques groupements spéciaux de types ou de gisements. Mais on doit reconnaître maintenant que, s'il y a eu des phases, ce n'est pas dans la répartition des espèces qu'il faut espérer en trouver la preuve.

» Il y a cependant une observation à faire. Les terres rouges qui constituent les dépôts de pentes du flanc nord de Bouzaréa et du Sahel, depuis Kouba jusqu'au delà du cap Canine, renferment souvent dans leur partie superficielle, des restes de l'*Elephas africanus* et surtout des dents très caractéristiques, qui ne peuvent laisser aucun doute sur leur détermination. L'espèce, du reste, s'est rencontrée dans les dépôts les plus récents de la Mitidja, en échantillons magnifiques de conservation. Nous avions toujours considéré ces débris comme représentant la phase ultime de l'évolution des mammifères, postérieure à celle caractérisée par la faune de la grotte. Or nous n'avons reconnu dans celle-ci aucune trace de l'existence de cette espèce, quoiqu'elle ne soit pas rare dans les dépôts de pentes voisins, de sorte qu'on peut en conclure qu'elle a réellement vécu à une phase ultérieure.

» Voici l'énumération des principales espèces qui ont fait l'objet d'une première détermination provisoire :

» Pas de trace de l'homme ni de son industrie. Pas de singes.

» Carnassiers. — Un des *ours* de la caverne du Taya, appartenant à la section des Ours à prémolaires persistantes, de la taille de nos ours bruns; trouvé aussi dans l'ancienne grotte voisine. Quelques ossements de petits félins ou viverrins indéterminés. Pas de grands félins ni de hyènes reconnus.

» *Hystrix cristata?* — Assez rare.

» Ongulés artiodactyles.

» *Bubalus antiquus* Duvern. — De nombreuses pièces des os des membres, surtout des métacarpiens qui nous avaient manqué lors de notre monographie. Espèce très rare partout, sauf à Djelfa.

» *Bos opisthonomus* Pom. — Peu abondant.

» *Bos ibericus* Sans. — A peine représenté.

» *Cervus pachygenys* Pom. — Deux mandibules qui complètent la série dentaire inférieure, remarquable par la simplification des prémolaires et l'atténuation de la branche dentaire.

» *Antilope* (*Gazella*). — Débris assez frustres, peu étudiés.

» *Antilope* (*Orcas*). — Très grande espèce, du type du Canna, connue par une grande corne qui ne peut laisser de doute sur la détermination. C'est encore un exemple de la représentation, sur la côte barbaresque, des formes sud-africaines : *Gnu, Phacochœre,* etc., *Sus scrofa?* Portions de crânes et de mandibules peu caractérisées.

» *Phacochœrus æthiopicus?* — Trouvé au voisinage, mais absent de la grotte.

» *Hippopotame?* — Très nombreux ossements, probablement de la même race que celui de Ternifine, ce qui n'a pu être encore constaté.

» Périssodactyles.

» *Equus.* — Débris rares et mutilés, rappelant le type de Ternifine.

» *Rhinoceros mauritanicus* Pom.? — Nombreux ossements des membres, tronçons de mâchoires du type sud-africain des Atelodus, voisin, mais distinct du *R. simus.*

» *Elephas atlanticus* Pom. — Rare, représenté par un seul fragment de germe de molaire et un calcanéum ; commun à Ternifine.

» Il manque, à cette énumération, beaucoup d'espèces grandes ou petites, qui n'ont pas été encore rencontrées dans la grotte nouvelle de Pointe-Pescade, mais qui ont été rencontrées au voisinage, au grand Rocher, par exemple, à Fort-de-l'eau et à Sidi-Féruch, tels que *Felis, Hyena spelæa, Boselaphe connochatis,* Antilopes de divers sous-genres, *Phanochœre, Autruche,* etc., et toute la série des petits rongeurs des grottes à phosphorites, tels que *Bramus, Mus, Gerbillus, Dipus,* etc.

» Ces espèces seront décrites dans nos monographies de la faune quaternaire de l'Algérie, en cours de publication. »

## NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui devront être présentés à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour la chaire de Médecine actuellement vacante au Collège de France.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du premier candidat, le nombre des votants étant 50 :

| | |
|---|---|
| M. d'Arsonval obtient. . . . . . . . . . . | 46 suffrages. |
| M. Roux » . . . . . . . . . . . | 1 » |

Il y a 3 bulletins blancs.

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du second candidat, le nombre des votants étant 44 :

M. Charrin obtient. . . . . . . . . . . . 39 suffrages.

Il y a 5 bulletins blancs.

En conséquence, la liste présentée par l'Académie à M. le Ministre comprendra :

*En première ligne* . . . . . . . . . M. **d'Arsonval**.
*En seconde ligne*. . . . . . . . . . M. **Charrin**.

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **A. Millardet** adresse, par l'entremise de M. Duclaux, une Communication relative à « l'importance de l'hybridation pour la reconstitution des vignobles ».

(Commissaires : MM. Bornet, Dehérain, Duclaux.)

## CORRESPONDANCE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la résolution des équations numériques au moyen des suites récurrentes.* Note de M. **R. Perrin**, présentée par M. Jordan.

« On sait depuis Bernoulli et Euler que, si $f(x) = 0$ est l'équation génératrice d'une suite récurrente $u_0, u_1, \ldots, u_n, \ldots$, la plus grande et la plus petite en valeur absolue des racines de cette équation sont les limites vers lesquelles tend le rapport $\frac{u_{n+1}}{u_n}$ selon qu'on s'éloigne indéfiniment, dans le sens des $n$ positifs ou des $n$ négatifs, des termes initiaux de la suite, de quelque manière d'ailleurs que ceux-ci aient été choisis; pourvu toutefois :

» 1° Que la suite particulière employée n'admette pas de polynome générateur d'ordre moindre que $f(x)$;

» 2° Que la racine de plus grand (ou de plus petit) module soit unique de ce module, ce qui exclut le cas de deux racines réelles égales et de signes contraires, et celui de deux racines imaginaires conjuguées; dans ces deux cas, en effet, le rapport $\frac{u_{n+1}}{u_n}$ ne tend vers aucune limite déterminée.

» Ces restrictions ont empêché jusqu'ici de considérer l'emploi des suites récurrentes comme fournissant un procédé régulier et sûr pour le calcul par approximation des racines des équations numériques, bien que M. Laisant ait donné (¹) une formule qui fait disparaître la seconde des restrictions ci-dessus, et que récemment M. d'Ocagne ait indiqué (²) un moyen simple de vérifier l'irréductibilité de l'échelle d'une suite donnée, et de former *a priori* avec une échelle donnée des suites certainement irréductibles. Il subsiste encore en effet cette grave objection, que la première racine $a$ étant supposée ainsi calculée approximativement, il faut, pour obtenir les suivantes, opérer à nouveau de la même manière sur une autre équation $\frac{f(x)}{x-a} = 0$, dont tous les coefficients ne sont plus qu'approchés, en sorte que les erreurs s'accumulent à mesure qu'on avance dans les calculs.

» En reprenant cette question, j'ai rencontré certaines propriétés des suites récurrentes qui paraissent n'avoir pas encore été signalées, et qui, en tout cas, conduisent, comme on le verra, à un procédé remarquablement simple et net de séparation et de calcul des racines des diverses catégories. Je me bornerai ici à donner l'énoncé de ces propriétés et de leurs conséquences immédiates, me proposant de les démontrer ailleurs avec tous les développements nécessaires.

» Soit donc une suite récurrente U d'ordre $p$, savoir

$$u_0, \quad u_1, \quad u_2, \quad \ldots, \quad u_n, \quad \ldots.$$

» Désignons par U′, U″, …, $U^{(k)}$, … et appelons 1ière, 2ième, …, $k$ième suite dérivée de U les suites dont les termes généraux seraient respectivement les déterminants

$$u'_n = \begin{vmatrix} u_n & u_{n+1} \\ u_{n+1} & u_{n+2} \end{vmatrix}, \quad \ldots \quad u_n^{(k)} = \begin{vmatrix} u_n & u_{n+1} & \ldots & u_{n+k} \\ u_{n+1} & \ldots & \ldots & \ldots \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ u_{n+k} & \ldots & \ldots & u_{n+2k} \end{vmatrix},$$

(¹) *Bulletin des Sciences mathématiques*, 1881.
(²) *Journal de l'École Polytechnique*, LXIVe Cahier, 1894.

et qu'un théorème connu nous apprend déjà être récurrentes d'ordre au plus égal à $p^2, \ldots, p^k, \ldots$.

» I. La $k^{\text{ième}}$ suite dérivée est récurrente et d'ordre au plus égal à

$$\frac{p(p-1)\ldots(p-k)}{1.2\ldots(k+1)}.$$

En particulier, la $p-1^{\text{ième}}$ suite dérivée est d'ordre 1; c'est donc une progression géométrique, et la raison de cette progression est égale (au signe près, pour $p$ impair) au rapport des coefficients extrêmes de l'équation génératrice d'ordre maximum $p$ de U. Les suites dérivées d'ordres $p$ et au-dessus ont tous leurs termes nuls.

» De là déjà le moyen de savoir si une suite récurrente donnée comme d'ordre $p$ est réductible à une échelle d'ordre moindre. Il suffit de calculer un terme quelconque $u_n^{(p-1)}$ de sa $p-1^{\text{ième}}$ suite dérivée : si ce terme est nul, l'ordre est réductible. On calculera alors un terme quelconque de la $p-2^{\text{ième}}$ suite dérivée (par exemple $u_n^{(p-2)}$, qui se déduit de $u_n^{(p-1)}$ en supprimant la dernière ligne et la dernière colonne); si ce terme est encore nul, on continuera de même jusqu'à ce qu'on arrive à un déterminant différent de 0 : l'ordre de ce déterminant sera l'ordre minimum de la suite U. Ce criterium ne diffère d'ailleurs que par sa forme, plus condensée et plus commode pour les applications, de celui de M. d'Ocagne.

» II. Si $f(x)=0$ est l'équation génératrice *d'ordre minimum* de U et a *toutes ses racines distinctes,* l'équation génératrice d'ordre minimum de $U^{(k)}$ a aussi toutes ses racines distinctes, et ce sont *toutes les valeurs distinctes* que peut prendre le produit de $k+1$ racines de $f(x)$.

» Si donc le rapport $\frac{u_{n+1}^{(k)}}{u_n^{(k)}}$ tend vers une limite déterminée pour $n$ croissant indéfiniment en valeur positive (ou négative), cette limite est le produit des $k+1$ racines de plus grand (ou de plus petit) module de $f(x)$ et toutes les autres racines ont des modules moindres (ou plus grands); et réciproquement.

» III. La proposition II est encore exacte, si $f(x)=0$ a des racines multiples ou n'est pas l'équation génératrice $\varphi(x)=0$ d'ordre minimum $p$ de U, pourvu que $\varphi(x)$ ait bien toutes ses racines distinctes, et que $f(x)$ n'en admette pas de distinctes de celles de $\varphi(x)$; autrement dit, pourvu que $u_n$ puisse être identifié avec l'expression

$$\alpha_1 x_1^n + \alpha_2 x_2^n + \ldots + \alpha_p x_p^n,$$

où $x_1, x_2, \ldots, x_p$ sont les $p$ racines distinctes de $\varphi(x)$ comme de $f(x)$, et $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_p$ des coefficients tous constants et différents de zéro.

» Dans une prochaine Communication, je montrerai comment ces propriétés peuvent être utilisées pour la séparation et le calcul des racines des équations numériques. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la composition des formes linéaires et les groupes à congruences.* Note de M. X. **Stouff**, présentée par M. Darboux.

« Les groupes à congruences par rapport à des modules premiers ou non ont déjà été étudiés avec soin dans les beaux travaux de M. Gierster.

» Voici cependant un procédé pour définir une partie de ces groupes qui paraît mériter quelque attention tant par lui-même que par l'étendue des conséquences que l'on peut en tirer. Prenons, dans le groupe arithmétique, c'est-à-dire dans le groupe des substitutions à coefficients entiers et de déterminant 1, deux substitutions :

$$\left(z, \frac{\alpha z + \beta}{\gamma z + \delta}\right), \qquad \left(z, \frac{\alpha' z + \beta'}{\gamma' z + \delta'}\right).$$

Les coefficients de la substitution obtenue en multipliant la première par la seconde s'expriment par les formules

$$(1) \qquad A = \alpha\alpha' + \beta\gamma', \quad B = \alpha\beta' + \beta\delta', \quad \Gamma = \gamma\alpha' + \delta\gamma', \quad \Delta = \gamma\beta' + \delta\delta'.$$

» On peut se demander si certaines formes linéaires à cinq variables peuvent se composer avec elles-mêmes de la manière qui va être expliquée. Les formules de composition pour les quatre premières variables sont les formules (1); pour la cinquième variable, la formule de composition est bilinéaire, par rapport aux cinq premières variables et par rapport aux cinq dernières. Désignons la forme linéaire considérée par

$$f(\alpha, \beta, \gamma, \delta, \xi) = a_1 \alpha + a_2 \beta + a_3 \gamma + a_4 \delta + a_5 \xi;$$

$a_1$, $a_2$, $a_3$, $a_4$, $a_5$ sont des nombres appartenant à un corps algébrique K. On a

$$a_5 = K^2,$$

K étant un entier de ce corps; nous supposerons de plus que

$$a_1 = \frac{b_1}{K}, \qquad a_2 = \frac{b_2}{K}, \qquad a_3 = \frac{b_3}{K}, \qquad a_4 = \frac{b_4}{K},$$

$b_1$, $b_2$, $b_3$, $b_4$ étant des entiers du corps K.

» Les valeurs des quatre premières variables de la forme composée étant données par les formules (1), la valeur de la cinquième sera de la forme

$$(2)\quad \left\{\begin{aligned} \Xi = {} & m_{11}\alpha\alpha' + m_{12}\alpha\beta' + m_{13}\alpha\gamma' + m_{14}\alpha\delta' + m_{21}\beta\alpha' + m_{22}\beta\beta' \\ & + m_{23}\beta\gamma' + m_{24}\beta\delta' + m_{31}\gamma\alpha' + m_{32}\gamma\beta' + m_{33}\gamma\gamma' + m_{34}\gamma\delta' \\ & + m_{41}\delta\alpha' + m_{42}\delta\beta' + m_{43}\delta\gamma' + m_{44}\delta\delta' + m_{51}\xi\alpha' + m_{52}\xi\beta' \\ & + m_{53}\xi\gamma' + m_{54}\xi\delta' + m_{15}\alpha\xi' + m_{25}\beta\xi' + m_{35}\delta\xi' + m_{45}\delta\xi' \\ & + m_{55}\xi\xi'. \end{aligned}\right.$$

» Nous devons avoir l'identité

$$(3)\qquad f(\mathrm{A}, \mathrm{B}, \Gamma, \Delta, \Xi) = f(\alpha, \beta, \gamma, \delta, \xi) f(\alpha', \beta', \gamma', \delta', \xi');$$

en calculant d'après cette identité les valeurs des coefficients $m$, on trouve

$$(4)\quad \left\{\begin{aligned} \Xi = {} & \frac{a_1(a_1-1)\alpha\alpha' + a_1 a_4(\alpha\delta' + \delta\alpha') + a_4(a_4-1)\delta\delta'}{a_5} + \frac{a_2\beta'}{a_5}[(a_1-1)\alpha + a_4\delta] \\ & + \frac{a_3\gamma'}{a_5}[a_1\alpha + (a_4-1)\delta] + \frac{a_2\beta}{a_5}[a_1\alpha' + (a_4-1)\delta'] \\ & + \frac{a_2^2}{a_5}\beta\beta' + \frac{a_2 a_3 - a_1}{a_5}\beta\gamma' + \frac{a_3\gamma}{a_5}[(a_1-1)\alpha' + \alpha_4\delta'] \\ & + \frac{a_2 a_3 - a_4}{a_5}\gamma\beta' + \frac{a_3^2}{a_5}\gamma\gamma' + \xi(a_1\alpha' + a_2\beta' + a_3\gamma' + a_4\delta') \\ & + \xi'(a_1\alpha + a_2\beta + a_3\gamma + a_4\delta) + a_5\xi\xi'. \end{aligned}\right.$$

» Pour que ce résultat soit de quelque utilité pour notre objet, il faut que, $\xi$ et $\xi'$ étant des entiers du corps K, $\Xi$ soit forcément un entier de ce corps. Nous supposerons pour cela que nos deux substitutions sont congrues à l'unité module $k^2$ pour employer le langage reçu

$$\begin{aligned} &\alpha = 1 + k^2\alpha_1, && \beta = k^2\beta_1, && \gamma = k^2\gamma, && \delta = 1 + k^2\delta_1, \\ &\alpha' = 1 + k^2\alpha'_1, && \beta' = k^2\beta'_1, && \gamma' = k^2\gamma'_1, && \delta' = 1 + k^2\delta'_1; \end{aligned}$$

elles appartiennent alors, comme on le sait bien, à un sous-groupe G du groupe arithmétique : $\alpha_1$, $\beta_1$, ... sont des entiers du corps K.

» Nous admettrons de plus que $b_1 + b_4$ est divisible par $k$, et que $\dfrac{b_1 + b_4}{k} - 1$ est divisible par $k^2$. On reconnaît al rs que, dans le second membre de (4), les fractions et les multiplicate rs de $\xi$ et $\xi'$ ont des valeurs entières. Donc $\Xi$ est entier, si $\xi$ et $\xi'$ le sont.

» Supposons que l'on ait

$$(5)\qquad \begin{cases} f(\alpha, \beta, \gamma, \delta, \xi) = 1, \\ f(\alpha', \beta', \gamma', \delta', \xi') = 1, \end{cases}$$

on aura

$$f(\mathrm{A}, \mathrm{B}, \Gamma, \Delta, \Xi) = 1.$$

» Pour bien comprendre ce résultat, posons

$$\frac{b_1 + b_4}{k} = 1 + k^2\mathrm{N},$$

l'équation (5) devient, après avoir divisé par $k$,

$$b_1\alpha_1 + b_2\beta_1 + b_3\gamma_1 + b_4\delta_1 + k(\xi + \mathrm{N}) = 0.$$

On en conclut facilement que, si pour deux substitutions du sous-groupe G, on a

$$b_1\alpha_1 + b_2\beta_1 + b_3\gamma_1 + b_4\delta_1 \equiv 0 \bmod k,$$

la même relation s'applique à la substitution produite. On définit donc ainsi un sous-groupe du groupe G.

» On peut aussi supposer que l'on ait

$$f(\alpha, \beta, \gamma, \delta, \xi) = \varepsilon_i,$$
$$f(\alpha', \beta', \gamma', \delta', \xi') = \varepsilon_j,$$

$\varepsilon_i$ et $\delta_j$ étant deux unités du corps K, alors $f(\mathrm{A}, \mathrm{B}, \Gamma, \Delta, \Xi)$ sera aussi une unité du même corps. Il en résulte que la congruence

$$1 + k(b_1\alpha_1 + b_2\beta_1 + b_3\gamma_1 + b_4\delta_1) \equiv \varepsilon_i \qquad (\bmod k^2)$$

définit un sous-groupe du groupe G.

» On peut imaginer évidemment bien d'autres manières d'utiliser le procédé que j'expose ici. Mais on n'obtient que des groupes à congruences. Ce qu'il y a de plus remarquable, c'est la possibilité de faire intervenir des irrationnelles dans l'étude des sous-groupes du groupe G. »

ALGÈBRE. — *Sur l'élimination.* Note de M. **Hadamard**, présentée par M. Picard.

« Étant données trois équations

$$(1)\qquad f_1(x, y) = 0,$$
$$(2)\qquad f_2(x, y) = 0,$$
$$(3)\qquad f_3(x, y) = 0$$

aux deux inconnues $x$, $y$ et de degrés $m$, $n$, $p$, respectivement, on peut en écrire l'éliminant par le produit $\Pi_3 = \Pi f_3(x, y)$, où la multiplication est étendue aux $mn$ valeurs de $x, y$ qui vérifient les deux premières équations. Mais la même condition pourrait s'obtenir par le produit $\Pi_1 = \Pi f_1(x, y)$, étendu aux solutions communes à (2) et (3), ou par le produit analogue $\Pi_2$.

» Il est intéressant de comparer entre elles ces différentes expressions; cette comparaison peut même être nécessaire pour l'établissement de certaines méthodes d'élimination. (Voir, par exemple BIERMANN, *Monatsh. für Math. und Physik*, 1894.)

» Dans le cas de deux équations à une inconnue $f_1(x) = 0$, $f_2(x) = 0$ de degrés $m$, $n$, on sait trouver le résultant sous forme d'une expression $R_{12}$ entière par rapport à tous les coefficients et telle que

$$R_{12} = (-1)^{mn} R_{21}.$$

» Dans le cas actuel, $f_i^0(y)$ désignant l'ensemble des termes de plus haut degré de $f_i(x, y)$ pour $x = 1$ et $R_{ik}^0$ le résultant des polynômes $f_i^0(y)$, $f_k^0(y)$, l'expression $\Pi_3$ a pour dénominateur $(R_{12}^0)^p$. On peut démontrer qu'à ces dénominateurs près, les quantités $\Pi_1$, $\Pi_2$, $\Pi_3$ sont identiques en valeur absolue.

» A cet effet, remplaçons $f_1$ par $f_1 - \lambda$, l'expression $\Pi_3$ devient un polynôme en $\lambda$, dans lequel le produit des racines n'est autre que $\Pi_1$ et le terme indépendant de $\lambda$, la valeur primitive de $\Pi_3$. Il suffit donc de calculer le coefficient de $\lambda^{np}$.

» D'autre part, si nous posons $x = \frac{1}{x'}$, $y = \frac{y'}{x'}$, les équations données deviennent

$$F_1(x', y') = 0; \qquad F_2(x', y') = 0; \qquad F_3(x', y') = 0,$$

où

$$F_1 = x'^m \left[ f_1\left(\frac{1}{x'}, \frac{y'}{x'}\right) - \lambda \right], \quad F_2 = x'^n \left[ f_2\left(\frac{1}{x'}, \frac{y'}{x'}\right) \right], \quad F_3 = x'^p f_3\left(\frac{1}{x'}, \frac{y'}{x'}\right);$$

au produit $\Pi_3$ correspond le produit $\Pi'_3 = \Pi_3 (\Pi x')^p = \frac{\Pi_3}{(\Pi x)^p}$ où, dans la parenthèse, la multiplication s'étend aux solutions communes des deux premières équations.

» Or, l'expression $\Pi'_3$, pour $\lambda = \infty$, a manifestement la valeur $\frac{(R_{23}^0)^m}{b^{mp}}$, où $b$ est le coefficient de $y^n$ dans $f_2$. Quant à $\Pi x$, il suffit, pour l'obtenir,

d'éliminer $y$ entre les équations $f_1 - \lambda = 0$, $f_2 = 0$, ce qui peut se faire par la méthode de Minding en remplaçant $y$ par ses $n$ valeurs asymptotiques tirées de l'équation (2). On a ainsi une équation dont le premier terme est $\frac{R_{21}^0}{b^m} x^{mn}$, la partie indépendante de $x$ étant un polynôme du $n^{\text{ième}}$ degré en $\lambda$ avec $\pm 1$ comme premier coefficient, d'où résulte la conclusion annoncée.

» Les remarques précédentes peuvent évidemment s'étendre à un nombre quelconque d'équations. Outre leur application à l'élimination, elles peuvent être considérées comme une source d'identités géométriques telles que les ont considérées Laguerre, M. Elling Holet et M. Humbert. »

BALISTIQUE. — *Sur la loi de résistance de l'air.* Note de M. C. **Chapel.**

« Dans une Communication insérée aux *Comptes rendus* du 26 novembre, M. Vallier s'est appuyé sur le résultat empirique suivant : *Pour les vitesses supérieures à* 330$^{\text{m}}$, *la loi de résistance de l'air peut être représentée par une ligne droite.*

» J'ai déduit ce résultat d'expériences faites en Russie et en Angleterre, de 1869 à 1874. M. Sarrau l'a, je crois, signalé de son côté, à l'occasion de recherches entreprises à Gâvre vers cette même époque. Mis récemment en possession de nouveaux résultats obtenus en Allemagne dans ces dernières années, j'ai montré que cette loi peut être étendue depuis 300$^{\text{m}}$ jusqu'aux plus hautes vitesses expérimentées, c'est-à-dire au delà de 1000$^{\text{m}}$.

» Ces résultats présentent un certain intérêt, sinon au point de vue de la théorie même de la résistance, du moins par les applications que l'on en peut faire aux calculs balistiques. La Balistique actuelle, en effet, met en jeu des vitesses initiales considérables; il arrive maintenant que, dans les tirs dits *de plein fouet*, la vitesse du projectile puisse rester constamment supérieure à 300$^{\text{m}}$ : il devient dès lors possible d'admettre, dans toute l'étendue de la trajectoire, la loi de résistance indiquée ci-dessus, laquelle rentre dans l'une des seules formes permettant de ramener aux quadratures les équations du mouvement. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Théorie expérimentale du cisaillement et du poinçonnage des métaux.* Note de M. CH. FREMONT, présentée par M. Maurice Levy.

« Il est actuellement admis que la rupture d'un métal par cisaillement, poinçonnage, perforation, est le fait d'un *glissement*. Mais ce n'est qu'une hypothèse qui n'est fondée sur aucune expérience et dont l'exactitude est douteuse; en effet, si l'on examine, par exemple, la débouchure provenant du poinçonnage d'un morceau de fer, on constate que les arrachements qui devraient, suivant cette théorie, être tournés vers la partie supérieure, du côté du poinçon, sont toujours dirigés vers le bas du côté de la matrice (*fig.* 1).

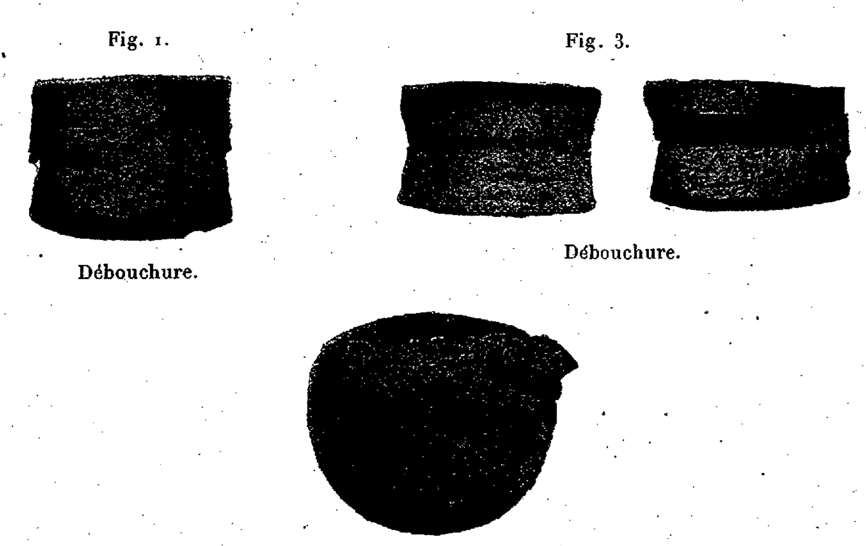


Fig. 1. Débouchure.

Fig. 3. Débouchure.

Cisaillement de fer rond exécuté avec des lames parallèles.

» Pour connaître la genèse de cette rupture, nous avons donné, dans un morceau de fer misé, sept coups successifs avec le même poinçon, mais de telle sorte que le premier coup de poinçon n'entamât que peu le métal, et les suivants chacun un peu plus que le précédent, jusqu'au septième où la perforation fut complète. Puis, coupant la barre longitudinalement par le milieu de ces trous, nous avons damasquiné la surface rabotée; nous avons pu constater, par la disposition des veines, que le phénomène du poinçonnage est un travail de *traction* et non pas de glissement (*fig.* 2).

Chaque couche comprimée sous le poinçon ne se sépare pas immédiatement de la couche dont elle provient, il reste un ligament, une sorte d'éprouvette qui va s'allongeant sous l'effort du poinçonnage; la striction, puis la rupture se font à la partie la plus faible, vers le centre de la débouchure; celle-ci a la forme d'un double tronc de cône (*fig.* 3).

» L'autre extrémité de l'éprouvette, qui adhère à la partie non poinçonnée, se trouve tranchée par le passage du poinçon et on constate ce phénomène très singulier que les arrachements sont constitués par une couronne de métal sertie autour du double tronc de cône de la débouchure.

» Pour le cisaillement, le phénomène est analogue : il se forme encore des éprouvettes, mais la démarcation est moins nette, parce que l'éprouvette a plus de longueur, et, sa section étant constante, la striction se fait dans le plan de rupture, l'éprouvette cède en ce point et ne se trouve pas détachée.

» Pour montrer la genèse du phénomène, nous avons, sur un même morceau de fer, donné une série de dix coups successifs de cisaille, pénétrant peu au début, et de plus en plus, jusqu'à rupture complète. Le morceau de fer raboté et damasquiné (*fig.* 4) montre très clairement les divers stades du cisaillement; on constate encore que c'est une rupture par traction et non par glissement.

» Pour compléter l'étude du poinçonnage et du cisaillement, il ne reste qu'à connaître les diagrammes du travail nécessaire pour effectuer ces opérations. Nous nous sommes servi de la machine qui poinçonne et cisaille, profitant de l'élasticité de son bâti pour enregistrer en ordonnées les efforts sur l'outil et en abscisses la course amplifiée de ce même outil.

» Cet appareil de mesure (*fig.* 5), cet élasticimètre, se compose de deux branches, l'une droite C et l'autre B courbée à une extrémité pour venir s'articuler en N sur la première, comme un compas, dont la tête serait déportée; un ressort antagoniste D tend à écarter ces deux branches, qui sont en contact avec le bâti, la branche C étant fixe; c'est la branche B qui s'écarte et entraîne le crayon F par l'intermédiaire de la tige H. Le crayon trace verticalement une ordonnée proportionnelle à l'effort produit pour poinçonner ou cisailler le métal.

» Mais la planchette G de l'enregistreur est entraînée horizontalement par un câble, qui passant sur les poulies Q et O est attaché à une touche A, qui suit le mouvement du porte-outil J. La poulie Q est différentielle pour amplifier la course.

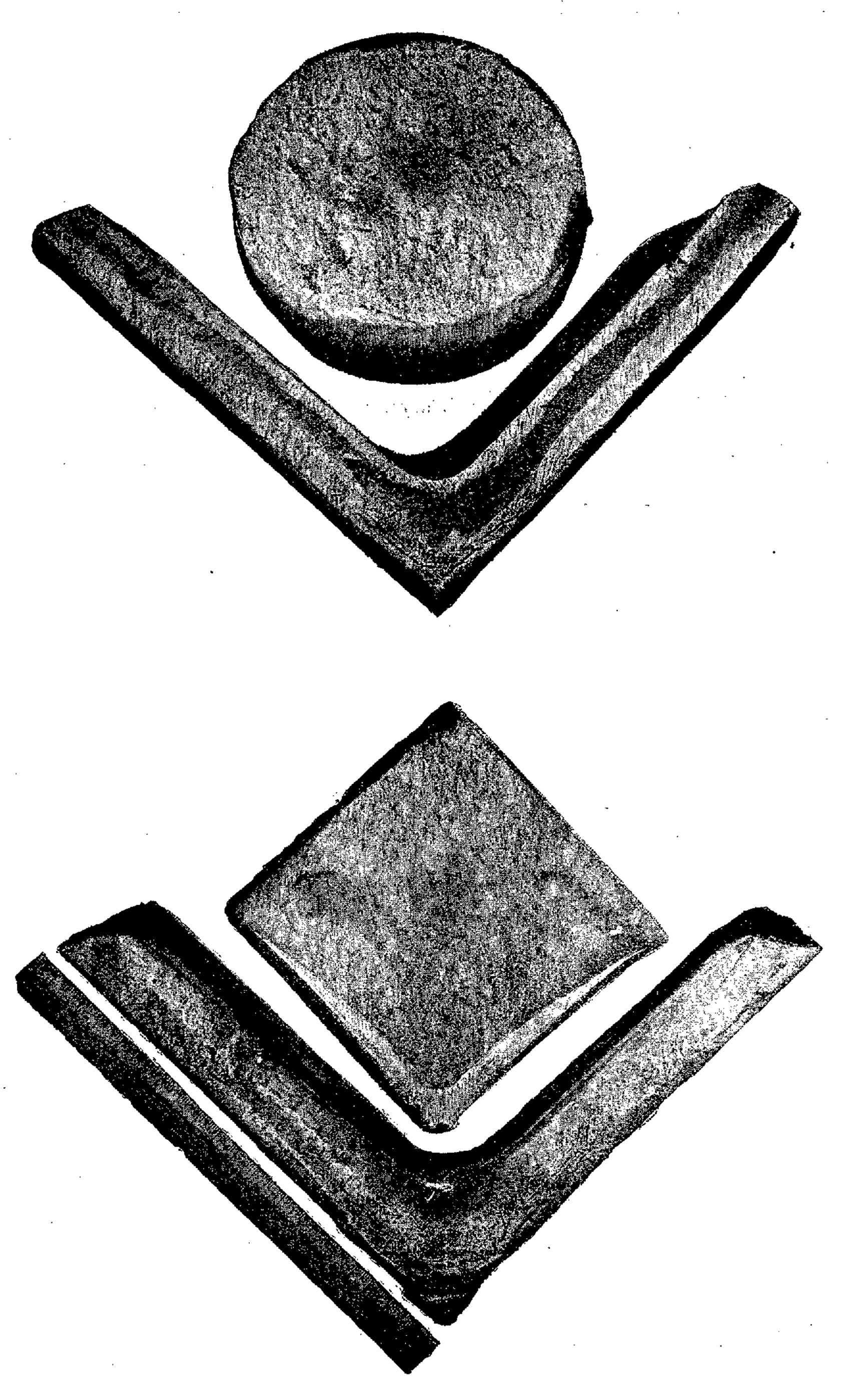
» Les abscisses tracées sur le papier par le crayon F seront donc proportionnelles à la course de l'outil et la courbe enregistrée représentera très exactement le travail

Fig. 2.

Section d'un morceau de fer montrant les phénomènes successifs du poinçonnage.

Fig. 4.

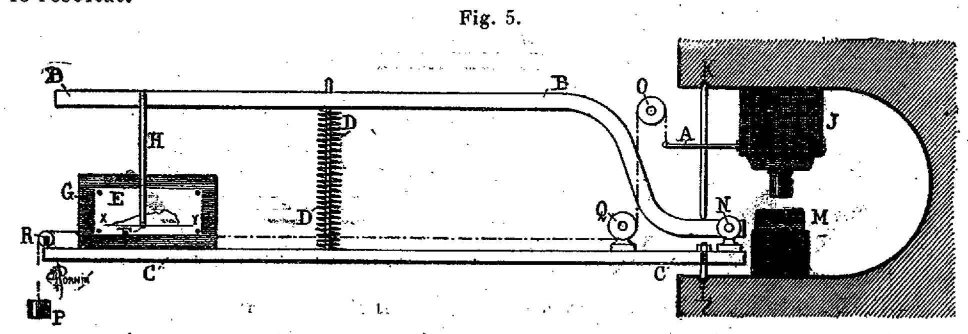
Section d'un morceau de fer montrant les phénomènes successifs du cisaillement.



Cisaillements de fers : rond, carré et cornière, exécutés avec des lames profilées.

nécessaire pour l'opération exécutée, sans intermédiaire hydraulique ou autre faussant le résultat.

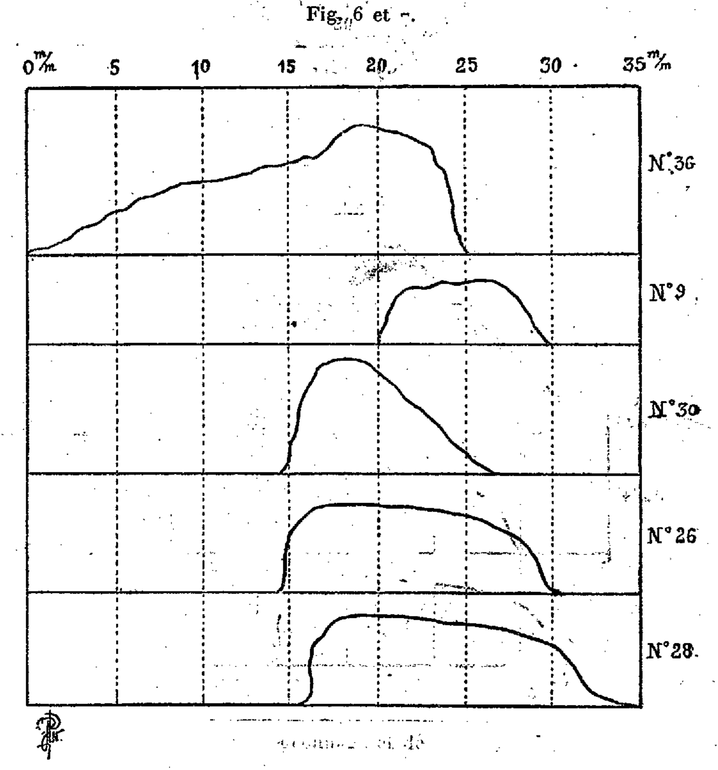
Fig. 5.




Élasticimètre enregistrant le travail dans le poinçonnage et le cisaillement.

» La *fig*. 6 est une courbe de poinçonnage. La *fig*. 7 est une courbe de cisaillement.

Fig. 6 et 7.




Diagrammes de poinçonnage et de cisaillement.

» Il est à remarquer que la répétition d'une même opération, exécutée sur un même morceau de métal, donne une nouvelle courbe absolument

semblable à la première, et que le moindre changement de qualité de métal entraîne des changements appréciables dans le diagramme. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Intégration des équations de la lumière dans les milieux transparents et isotropes.* Note de M. E. CARVALLO, présentée par M. Poincaré.

« 1. Si l'on néglige le mouvement de particules pondérables, les équations de la lumière sont :

$$(1)\qquad \begin{cases} \dfrac{d^2 u}{dt^2} - a^2\Delta u + k^2 u = \Phi - a^2\dfrac{d\theta}{dx}, \\ \dfrac{d^2 v}{dt^2} - a^2\Delta v + k^2 v = \Phi_1 - a^2\dfrac{d\theta}{dy}, \\ \dfrac{d^2 w}{dt^2} - a^2\Delta w + k^2 w = \Phi_2 - a^2\dfrac{d\theta}{dz}. \end{cases}$$

» Ces équations sont celles d'une Note antérieure ([1]), où l'on ajoute les forces $\Phi$, $\Phi_1$, $\Phi_2$ provenant des sources lumineuses ([2]), variables avec le temps $t$ et le point $(x, y, z)$; ces forces lumineuses sont nulles en dehors des sources. Il en est de même de la condensation $\theta = \dfrac{du}{dx} + \dfrac{dv}{dy} + \dfrac{dw}{dz}$, comme il est facile de le montrer. D'ailleurs, s'il faut regarder les forces $\Phi$ comme connues quand les sources sont données, tandis que la condensation $\theta$ doit pouvoir s'en déduire analytiquement par les formules (1), il n'en est pas moins vrai que, pour la connaissance des phénomènes extérieurs aux sources, les seuls qu'on ait abordés jusqu'ici, on ne changera pas la nature du problème en se donnant les fonctions $\Phi - a^2\dfrac{d\theta}{dx}, \ldots$.

» Pour simplifier l'écriture, je sous-entendrai les coordonnées $y$ et $z$, et je représenterai la fonction $\Phi - a^2\dfrac{d\theta}{dx}$ par $F(x, t)$.

» 2. PROBLÈME. — *On suppose que, le milieu partant du repos, les forces lumineuses viennent à agir brusquement à partir de l'époque $t = 0$. Trouver, dans ces conditions, les intégrales des équations* (1).

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXII, p. 431; 1891.

(2) POINCARÉ, *Théorie mathématique de la Lumière*, t. II, p. 137 à 139.

» La solution est fournie (c'est là le résultat que je veux signaler) par l'intégrale

$$(2)\qquad u(x,t)=\int_{\mathrm{R}}\frac{f(\xi,t,r)}{r}\,d\tau,$$

étendue aux points $\xi$ intérieurs à la sphère de rayon $\mathrm{R}=vt$.

» 3. Si l'on calcule les dérivées de cette expression (2) de $u$, on obtient

$$(3)\quad\left\{\begin{aligned}&\left(\frac{d^2}{dt^2}-a^2\Delta+k^2\right)u(x,t)\\&\quad=\int_{\mathrm{R}}\left(\frac{d^2}{dt^2}-a^2\Delta+k^2\right)\frac{f(\xi,t,r)}{r}\,d\tau+4\pi a^2 f(x,t,r=0)\\&\qquad+\int_{\mathrm{R}}\frac{d\sigma}{\mathrm{R}}\left[(v^2-a^2)\left(1+\frac{\partial}{\partial n}\right)+(v^2+a^2)\frac{\partial}{\partial\mathrm{R}}+2v\frac{\partial}{\partial t}\right]f(\xi,t,\mathrm{R}).\end{aligned}\right.$$

» Dans la première intégrale du second membre de cette formule, les dérivations de $\Delta=\frac{d^2}{dx^2}+\frac{d^2}{dy^2}+\frac{d^2}{dz^2}$ portent sur $r$ seul et non sur $\xi$. La seconde intégrale est étendue à tous les éléments $d\sigma$ de la surface de la sphère de rayon $\mathrm{R}=vt$, qui a pour centre le point $x$; $\frac{\partial f}{\partial n}$ représente la dérivée de la fonction $f(\xi)$, quand le point $\xi$ se déplace sur la normale à la sphère.

» 4. La formule (3) doit être identifiée avec la première des formules (1). Pour cela, on doit annuler l'intégrale de volume, l'intégrale de surface, puis égaler à $\mathrm{F}=\Phi-a^2\frac{d\theta}{dx}$ le terme non soumis au signe $\int$. D'ailleurs, dans l'intégrale de surface, on doit égaler à zéro le terme unique en $\frac{\partial f}{\partial n}$, en sorte que cette intégrale fournira deux équations d'identification au lieu d'une. On aura donc, en supprimant sous les signes $f$ et F les lettres $\xi$ et $x$ devenues désormais inutiles,

$$(4)\qquad 0=\left(\frac{d^2}{dt^2}-a^2\Delta+k^2\right)\frac{f(t,r)}{r}=\left(\frac{d^2}{dt^2}-a^2\frac{d^2}{dr^2}+k^2\right)f(t,r),$$

$$(5)\qquad 0=v^2-a^2,\qquad\text{d'où}\qquad v=a,$$

$$(6)\qquad 0=\left(\frac{\partial}{\partial t}+a\frac{\partial}{\partial\mathrm{R}}\right)f(t,\ \mathrm{R}=at)=\frac{d}{dt}f(t,at),$$

$$(7)\qquad 4\pi a^2 f(t,r=0)=\mathrm{F}(t),\qquad\text{d'où}\qquad f(t,r=0)=\frac{\mathrm{F}(t)}{4\pi a^2}.$$

» L'équation (4) signifie que la fonction inconnue $f(t,r)$ est une inté-

grale de cette équation. C'est l'équation même de la lumière, en supposant l'absence de sources et le mouvement lumineux fonction de la seule distance $r$ au point $x$. La formule (5) signifie que la vitesse de propagation est $a$, la même que si l'on supprimait les actions $k^2 u$, ... de la matière pondérable sur l'éther. C'est le résultat important découvert par M. Poincaré ([1]). Les formules (6) et (7) fournissent deux conditions, auxquelles doit satisfaire l'intégrale $f(t, r)$ de l'équation (4). Elles déterminent les deux fonctions arbitraires qui entrent dans cette intégrale. La fonction $u(x, t)$ est alors déterminée et l'on vérifie qu'elle satisfait aux conditions initiales, savoir que, pour $t = 0$, on a

$$u = \frac{du}{dt} = 0.$$

» 5. Le problème est ainsi réduit à déterminer l'intégrale de l'équation (4) qui satisfait aux conditions (6) et (7). La condition (6) donne

$$f(t, at) = \text{const.}$$

Or, quand $t$ diminue jusqu'à zéro, cette fonction tend, d'après la formule (7), vers $\frac{F(+0)}{4\pi a^2}$, $F(+0)$ représentant, non pas zéro, mais la valeur initiale de la force F.

» En résumé, le problème sera entièrement résolu par la formule (2), dès qu'on aura trouvé l'intégrale $f(t, r)$ de l'équation (4) qui satisfait aux conditions

$$f(t, r = 0) = \frac{F(t)}{4\pi a^2}, \tag{7}$$

$$f(t, at) = \frac{F(+0)}{4\pi a^2}. \tag{8}$$

Il se simplifie quand on suppose $k = 0$; on trouve alors, pour l'intégrale (2),

$$u(x, t) = \int_R \frac{f\left(t - \frac{r}{a}\right)}{r} d\tau.$$

» Pour $k \neq 0$, l'intégration est plus difficile, mais peut être effectuée par la méthode de M. Picard ([2]). »

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXVII, p. 1027; 1893.

([2]) *Journal de Mathématiques*, Chap. II; 1890.

ÉLECTRICITÉ. — *Force électromotrice d'aimantation.* Note de M. D. **Hurmuzescu**, présentée par M. Lippmann.

« Lorsque, entre deux électrodes formées d'un même métal magnétique sans force coercitive, plongées dans un liquide susceptible de les attaquer, on introduit une différence d'aimantation, il se produit une force électromotrice. Tous les expérimentateurs qui ont opéré avec des champs magnétiques suffisamment forts, ont pu voir cette force électromotrice d'aimantation, mais, quant au sens, tous ne sont pas d'accord ([1]). Ainsi, tandis que MM. Nichols-Franklin, Gross, Andrews ont trouvé que le fer le plus aimanté se trouve négatif par rapport au fer le moins aimanté, c'est-à-dire que le fer aimanté se comporte comme le zinc dans une pile de Daniell, MM. Rowland-Bell, Squier, et les recherches théoriques de MM. Janet et Duhem donnaient justement le contraire.

» J'ai repris ces expériences dans les conditions suivantes : l'électrode prenait contact avec le liquide par une surface bien polie et d'orientation déterminée par rapport au champ magnétique; pour cela, j'ai employé des électrodes en fil jusqu'à $1^{mm}$ de diamètre, obtenues à la Wollaston; le bout de l'électrode était poli sur du papier d'émeri fin. Les deux électrodes ainsi préparées étaient fixées dans les deux branches verticales d'un tube de verre, et dont la partie horizontale était tenue dans un support isolé de manière qu'une des électrodes se trouvait entre les pièces polaires d'un fort électro-aimant, l'autre étant en dehors du champ magnétique. Dans ce tube, il y avait une dissolution très étendue d'acide acétique ou oxalique dans de l'eau distillée et exempte d'air.

» Pour la mesure des forces électromotrices, je me suis servi de l'électromètre capillaire comme appareil de zéro. Cet instrument a de sérieux avantages sur les galvanomètres dans ce genre d'expériences, puisqu'il permet d'employer des liquides qui contiennent très peu d'acide, de sorte que l'action chimique est beaucoup plus lente, donc plus régulière; les phénomènes de polarisation n'ont plus grande action tandis que le phénomène de la variation de résistance, par suite d'une orientation dans le champ magnétique des sels de fer formés, se trouve tout à fait supprimé.

» La seconde quantité qu'on mesurait, c'est H, l'intensité du champ magnétique, par la méthode du galvanomètre balistique.

---

([1]) Voir l'historique de la question, dans les *Annales de Chimie et de Physique.*

» L'intensité d'aimantation J était exprimée par $\frac{kH}{1+2\pi k}$ pour des fils cylindriques et infiniment longs.

» Théoriquement, on peut obtenir l'expression de cette force électromotrice d'aimantation par l'application du principe de la conservation de l'énergie et en se basant sur certaines hypothèses

$$(1)\qquad E = \frac{l}{2\delta}\frac{J^2}{k} - \frac{l'}{2\delta'}\frac{J'^2}{k'},$$

$l, \delta$; $l', \delta'$ étant les valeurs de l'équivalent électrochimique et du poids spécifique dans l'électrode considérée et dans le sel de fer formé par la réaction chimique; $k$ et $k'$ des valeurs moyennes d'une certaine fonction de l'aimantation (la susceptibilité magnétique) dans l'électrode et dans le liquide.

» Voici maintenant les résultats des nombreuses expériences exécutées sur les différents échantillons de fer, de nickel, et de bismuth.

» L'électrode à la Wollaston normalement au champ magnétique prend contact avec le liquide par son extrémité inférieure. Pour tous les métaux employés, la force électromotrice est indépendante du sens de l'aimantation.

» *Pour le fer.* — Le fer aimanté est toujours positif par rapport au fer non aimanté. Les valeurs de cette force électromotrice pour les différentes valeurs du champ magnétique sont comme dans l'exemple suivant :

| E. | H. | | E. | H. |
|---|---|---|---|---|
| 5 | 397 | | 155 | 3068 |
| 22 | 739 | | 165 | 3321 |
| 44 | 1263 | E en $10^{-4}$ volts. | 172 | 3682 |
| 79 | 1781 | H en unités C.G.S. | 176 | 3718 |
| 87 | 2038 | | 198 | 4729 |
| 106 | 2268 | | 210 | 5436 |
| 113 | 2452 | | 222 | 6240 |
| 124 | 2512 | | 229 | 7040 |

» Si l'on construit une courbe en prenant E en ordonnée, on voit qu'elle a un point d'inflexion pour H = 2400. Toutes les courbes obtenues ont la même allure avec un point d'inflexion plus ou moins prononcé. Elles satisfont au moins qualitativement à la formule (1) simplifiée

$$(1')\qquad E = \frac{l}{2\delta}\frac{I^2}{k},$$

ici l'on peut négliger $I'^2$ devant $I^2$.

» *Pour le nickel.* — La courbe des forces électromotrices en fonction du champ magnétique présente la même allure et le même sens que pour le fer, sans présenter de point d'inflexion, et les valeurs de l'ordonnée pour les champs magnétiques moyens ne dépassent pas le millième de volt.

» *Pour le bismuth.* — 1° L'électrode aimantée est négative par rapport à celle non aimantée, la force électromotrice obtenue pour les plus forts champs ne dépassait pas quelques dix-millièmes de volt.

» 2° Si l'on dispose l'électrode à aimanter suivant le champ magnétique et si l'on prend le contact avec le liquide par son extrémité (là où il y a une densité superficielle magnétique par influence); en excitant le champ magnétique de l'électro-aimant, il y a entre les deux électrodes une force électromotrice. L'électrode qui est dans le champ magnétique devient négative par rapport à celle qui est en dehors du champ. Cette force électromotrice, tout en étant plus petite que dans le premier cas, augmente avec la richesse du sel de fer contenu dans le liquide; pour un liquide exempt de sel de fer elle est nulle et même changée de signe dans certains cas.

» Je crois qu'on pourrait expliquer ces anomalies si l'on remarque que, dans la formule (1), en supposant $\frac{l}{\delta} = \frac{l'}{\delta'}$, on a

$$(2) \qquad \mathrm{E} = \frac{l}{2\delta}\left(\frac{\mathrm{I}^2}{k} - \frac{\mathrm{I}'^2}{k'}\right);$$

et que, par suite de la force démagnétisante, l'intensité d'aimantation sur l'extrémité de l'électrode disposée suivant le champ magnétique peut devenir très petite, tandis que dans le liquide tout près cette intensité peut avoir une valeur plus grande; de manière qu'on a

$$\frac{\mathrm{I}'^2}{k'} > \frac{\mathrm{I}^2}{k},$$

et cela d'autant plus que $k$ est beaucoup plus grand que $k'$.

» De cette manière, dans tous les cas, si l'on tient compte du magnétisme du sel de fer formé par la réaction chimique, le fer aimanté devient positif par rapport au fer non aimanté; de même pour le nickel; et ce serait le contraire pour le bismuth. »

---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire des recherches physiques à la Sorbonne.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Détermination des proportions de carbonate de chaux et de carbonate de magnésie dans les terres, cendres, etc.* Note de M. Albert **Trubert**, présentée par M. Troost.

« On sait qu'un centimètre cube d'une solution normale d'acide azotique ou d'acide chlorhydrique décompose $50^{mgr}$ de carbonate de chaux ou $42^{mgr}$ de carbonate de magnésie, en mettant en liberté $22^{mgr}$ d'acide carbonique, occupant à 0° et sous la pression 760, le volume

$$\frac{22}{1,977746} = 11^{cc},12377;$$

il se forme, en même temps, des azotates ou des chlorures solubles dans l'eau. Cette réaction permet de déterminer le poids total des carbonates de chaux et de magnésie renfermé dans un poids donné de terre et, par suite, le poids de chaque carbonate.

» *Pratique de l'opération.* — On attaque un poids $p$ de terre sèche par de l'acide chlorhydrique étendu et l'on évalue le volume V de gaz carbonique produit à la température $t$ et sous la pression H; on calcule ensuite le volume correspondant $V_0$ d'acide carbonique sec à 0° et sous la pression 760. En divisant $V_0$ par 11,12377, on obtient le nombre N de centimètres cubes de la solution normale acide nécessaire pour transformer intégralement les carbonates insolubles en sels solubles.

» On prend ensuite le même poids $p$ de terre sèche et l'on y ajoute N centimètres cubes de la solution normale acide. On filtre lorsqu'il ne se produit plus d'effervescence (la transformation est complète lorsqu'il se produit une coloration violette en présence d'une goutte de solution normale de soude et de phénolphtaléine). On lave le résidu, on le dessèche complètement et on le pèse. Soit $p'$ le poids obtenu; la différence $p - p'$ donne le poids total $p_1$ des carbonates renfermés dans $p$ de terre sèche. On peut alors calculer les proportions de carbonate de chaux et de carbonate de magnésie.

» *Première manière.* — Soit $x$ le volume d'acide carbonique à 0° et sous la pression 760 produit par le poids inconnu de carbonate de chaux; soit $y$ celui qui est produit par le carbonate de magnésie. On a

$$(1) \qquad V_0 = x + y.$$

» Le poids du carbonate de chaux est, en milligrammes,

$$x \times 1,977746 \times \frac{50}{22} = 4,4948x.$$

Celui du carbonate de magnésie est de

$$y \times 1,977746 \times \frac{42}{22} = 3,7756y.$$

On a donc

(2) $$p_1 = x \times 4,4948 + y \times 3,7756.$$

» Remplaçant $y$ par sa valeur tirée de (1), il vient

$$x = \frac{p_1 - 3,7756\,V_0}{0,7192}.$$

Par suite, le poids $c$ du carbonate de chaux est de

(3) $$c = 6,2497\,p_1 - 23,5963\,V_0.$$

On aurait le poids $m$ du carbonate de magnésie par différence ou par la formule

$$m = 23,5963\,V_0 - 5,2497\,p_1.$$

» *Précautions à prendre.* — Le procédé le plus sûr pour obtenir $V_0$ est de recueillir l'acide carbonique dans une cloche graduée remplie de mercure et placée sur l'orifice inférieur d'une trompe à mercure. On obtient plus simplement des résultats aussi exacts en attaquant la terre dans un flacon de $300^{cc}$ à $500^{cc}$ communiquant par un tube à dégagement avec une éprouvette graduée de $100^{cc}$ remplie d'eau et reposant sur une petite cuve d'eau à niveau constant. Le flacon renferme un petit tube à essai rempli aux $\frac{3}{4}$ d'acide chlorhydrique étendu saturé d'acide carbonique; par une légère inclinaison, on répand l'acide sur la terre.

» L'acide carbonique produit déplace, en vertu de sa grande densité, un égal volume d'air qui passe dans l'éprouvette [1].

» *Exemple.* — $1^{gr}$ de terre donne $84^{cc},5$ à $14^{o}$, pression 752, soit $78^{cc},265$ d'acide carbonique sec à $0^{o}$, pression 760; $p_1 = 333^{mgr}$; donc

$$c = 6,2497 \times 333 - 23,5963 \times 78,265 = 2347^{gr},4 \quad \text{et} \quad m = 98^{mgr},6.$$

» *Seconde manière.* — 1° On détermine le poids des carbonates, soit $333^{mgr}$;

» 2° On attaque $1^{gr}$ de terre et on lit le déplacement d'air, soit $84^{cc},5$;

» 3° On attaque, dans les mêmes conditions, $333^{mgr}$ de carbonate de chaux pur, on obtient $80^{cc}$. Avec $333^{mgr}$ de carbonate de magnésie, on aurait $80 \times \frac{42}{50} = 95^{cc},2$; la différence $95,2 - 80 = 15,2$ correspondant à $333^{mgr}$ de carbonate de magnésie; la différence $84,5 - 80 = 4,5$ correspond à $\frac{333 \times 4,5}{15,2} = 98^{mgr},58$ de carbonate de magnésie; il y a donc $234^{mgr},42$ de carbonate de chaux. »

---

(1) On peut vérifier qu'il n'y a aucune absorption d'acide carbonique, en recevant le gaz sur de l'eau de chaux filtrée.

CHIMIE AGRICOLE. — *Le phosphate du Grand-Connétable.* Note de M. A. Andouard, présentée par M. P.-P. Dehérain.

« L'îlot du Grand-Connétable, situé à 27 milles à l'est de Cayenne, possède un gisement très important de phosphate d'alumine, exploité depuis dix ans par une Compagnie américaine.

» Ce phosphate est venu en France, pour la première fois, en 1893, et il n'a été utilisé jusqu'ici que par l'industrie de l'alun. Il est amorphe, léger, très poreux, d'un jaune rougeâtre ou d'un rouge brique foncé. Il présente la composition centésimale suivante :

| | |
|---|---|
| Acide phosphorique | 39,10 |
| » silicique | 1,70 |
| » sulfurique | 0,06 |
| » carbonique | traces |
| Chlore | traces |
| Alumine | 25,59 |
| Sesquioxyde de fer | 8,03 |
| Chaux | 1,40 |
| Magnésie | traces |
| Eau, à 105° | 21,24 |
| » au rouge | 2,50 |
| Non dosé | 0,38 |
| Total | 100,00 |

» Bien qu'il soit très sec, ce phosphate perd, à 105°, plus d'un cinquième de son poids d'eau, dont la plus grande partie est à l'état de combinaison. Sa dessiccation doit, par suite, être effectuée à une température un peu inférieure à 100°, lorsqu'on veut évaluer son eau d'imbibition seulement.

» Il ne cède rien à l'eau froide; mais il est très soluble dans les acides et dans le citrate d'ammoniaque, partant, très assimilable. Sous ce rapport, il est supérieur aux divers phosphates de chaux fossiles connus; il imprime à la végétation une impulsion des plus remarquables. L'agriculture pourra tirer un excellent parti de son emploi direct, je me propose de revenir prochainement sur ce point. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la pectase et sur la fermentation pectique*. Note de MM. G. **Bertrand** et A. **Mallèvre**, présentée par M. P.-P. Dehérain.

« La pectase est un ferment non figuré qui détermine la coagulation des sucs végétaux riches en pectine.

» Elle a été découverte par Fremy en 1840 ([1]), à une époque où l'étude des diastases était à peine ébauchée. Aussi le savant chimiste n'a-t-il laissé sur elle que fort peu de renseignements.

» D'après lui ([2]), la pectase existerait sous la forme soluble, dans les racines de carottes et de betteraves, et sous la forme insoluble, dans les pommes et autres fruits acides. En précipitant du jus de carottes nouvelles par l'alcool, la pectase, qui d'abord était soluble, deviendrait insoluble dans l'eau sans perdre cependant la propriété caractéristique de transformer la pectine en acide pectique.

» A ces premières observations, Fremy ajoute que la fermentation pectique n'est accompagnée d'aucun dégagement de gaz; qu'elle se produit à l'abri de l'air, et que la température de 30° est la plus favorable.

» Nous avons pensé, en raison de la grande diffusion et du rôle probablement considérable que la pectase joue dans le règne végétal, que l'étude de cette substance devait être reprise. Cette étude nous a conduit aux premiers résultats exposés dans cette Note.

» Ce qui nous a frappé d'abord, c'est la composition du coagulum gélatineux obtenu en faisant réagir du suc de carottes sur une dissolution de pectine ([3]). Contrairement à ce qui était admis, ce coagulum est formé par du *pectate de calcium* et non par de l'acide pectique. C'est ainsi qu'il est complètement insoluble dans les liqueurs alcalines faibles; il s'y dissout, au contraire, presque instantanément, après avoir macéré dans l'acide chlorhydrique étendu. En outre, la solution chlorhydrique contient de la chaux non précipitable quand on sature la liqueur à l'aide de l'ammoniaque.

---

([1]) *Journal de Pharmacie*, t. XXVI, p. 392.

([2]) *Encyclopédie chimique; Chimie des végétaux*, p. 34.

([3]) Nous rappellerons ici que la pectine et l'acide pectique sont des corps bien caractérisés : ils ont la même composition centésimale, mais la pectine se dissout dans l'eau en toutes proportions, tandis que l'acide pectique y est complètement insoluble (voir Fremy, *Encycl. chim.; Chimie des végétaux*).

» Il était vraisemblable, d'après cette observation, que la chaux intervenait dans la fermentation pectique. C'est en effet ce qui a lieu. Bien plus, la chaux peut être remplacée par la baryte et la strontiane. Pour le démontrer, il convient d'opérer de la manière suivante :

» A du suc de carottes filtré on ajoute la proportion d'oxalate alcalin exactement nécessaire pour précipiter toute la chaux; il suffit, pour cela, de quelques tâtonnements; la quantité de chaux contenue dans $100^{cc}$ de suc est, du reste, assez constante et s'éloigne peu de $0^{gr},2$.

» En raison du poids moléculaire très élevé des composés pectiques et du volume énorme que ces composés occupent à l'état gélatineux, cette quantité de chaux est plus que suffisante pour expliquer les réactions que nous allons décrire.

» D'autre part, on se procure de la pectine bien exempte de chaux en l'épuisant à froid, avec de l'alcool à 50°, renfermant 2 pour 100 d'HCl; quand la pectine ainsi traitée ne contient plus traces de chaux, on la débarrasse de l'acide employé par une série de dissolutions dans l'eau pure et de précipitations par l'alcool (1).

» On peut alors constater ce fait fondamental qu'une solution aqueuse de pectine reste indéfiniment liquide, quand on y ajoute du suc décalcifié de carottes, tandis que la moindre addition, au mélange, d'un sel soluble de calcium détermine sa prise en gelée en quelques instants.

» Pour s'assurer qu'une telle transformation de la pectine dépend à la fois de la pectase et du sel calcique, on ajoute à du suc de carottes préparé comme il a été dit plus haut une proportion de chlorure de calcium correspondant, suivant les essais, à une ou deux fois le poids de chaux qu'il contenait primitivement. Cette addition ne précipite pas la pectine. Chacun des mélanges est ensuite divisé en deux parties dont l'une est chauffée cinq minutes à 100°, pour détruire l'activité de la pectase. Finalement, on ajoute un volume d'une solution de pectine à 2 pour 100.

» Tous les mélanges de pectine, de chaux et de suc chauffé restent liquides, comme celui qui ne renferme que la pectine et la pectase, sans sel de calcium. *La chaux ou la pectase, agissant isolément, sont donc incapables de produire la fermentation pectique.*

» Tous les autres mélanges, au contraire, où la pectase est restée ac-

---

(1) Cette dernière partie de l'opération est assez longue; pour aller plus vite, on peut s'arrêter après deux ou trois précipitations et saturer le peu d'acide qui reste par quelques gouttes de potasse étendue.

tive, se prennent en gelée dans un temps d'autant plus court que la proportion de chlorure de calcium est plus forte. *L'action simultanée de la chaux et de la pectase est donc nécessaire pour déterminer la fermentation pectique.*

» Si l'on remplace le chlorure de calcium par du chlorure de baryum ou de strontium bien pur, on observe des résultats semblables.

» Il faut remarquer, toutefois, que ces expériences sont assez délicates, particulièrement avec les sels de baryum. Pour les réussir, il ne faut pas employer de fortes proportions de sels alcalino-terreux, sinon on produit des pectinates peu solubles qui masquent la réaction. Nous donnerons, dans le Mémoire qui paraîtra prochainement, toutes les indications nécessaires à ce sujet.

» En résumé, les premiers résultats des recherches que nous poursuivons sur la pectase établissent :

» 1° Que ce ferment ne peut à lui seul coaguler la pectine;

» 2° Qu'il ne provoque cette transformation qu'en présence d'un sel soluble de calcium, de baryum ou de strontium;

» 3° Car, en effet, le précipité formé dans ces conditions n'est pas, comme on l'avait cru jusqu'à présent, de l'acide pectique, mais un pectate alcalino-terreux (1). »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur un procédé nouveau pour épurer les alcools, les sucres et un certain nombre d'autres matières organiques.* Note de M. E. MAUMENÉ. (Extrait.)

« Les impuretés des alcools et d'un bon nombre d'autres substances sont d'un poids très faible relativement au poids du corps principal (alcool, sucre, etc.); le rapport atteint rarement $\frac{1}{10000}$. Il est naturel de les soumettre, en vue d'une épuration complète et pratique, à une quantité proportionnelle de l'agent chimique le plus apte à les détruire, si toutefois cet agent chimique n'attaque pas de préférence, ou même simultanément, le corps principal (alcool, sucre, etc.).

» Cette pensée trouve une réalisation certaine par l'emploi du chlore, du brome, à titre de chlorurant, bromurant, etc., ou par l'emploi des oxydants énergiques, formant deux classes : 1° chlore et eau, brome et eau;

(1) Travail du laboratoire de Chimie du Muséum.

on sait combien facilement ces mélanges donnent une oxydation vive $[Cl + (HO)^n = ClH.(HO)^{n-1} + O]$; 2° oxydants énergiques, acide chromique, chromates acides, etc.; acide permanganique, permanganates, etc.; oxyde de manganèse et acides, etc., etc.

» Le permanganate de potasse, aujourd'hui peu coûteux, réalise, avec une facilité merveilleuse, la destruction des impuretés; celles-ci, encore très imparfaitement connues, sont des corps *sulfurés* (comme l'essence de moutarde ou les analogues) ou *phosphorés* (dérivés des phosphoalbuminates), et d'autres encore.

» Toutes ces substances agissent avec le chlore, le brome, le permanganate, avant l'*alcool* dont je parlerai d'abord.

» Considérons $1^{lit}$ d'alcool de mauvais goût, versons-le dans l'agitateur [1], mettons-le en mouvement rapide et versons doucement $2^{cc}$ à $3^{cc}$ de la solution aqueuse du permanganate, pour les mêler en deux ou trois secondes d'une façon bien intime; suivant le degré d'impureté de l'alcool, on voit la magnifique couleur violette jaunir, brunir; en même temps, il se produit des flocons bruns noirs, d'un oxyde de manganèse $MnO^2$, $Mn^2O^3$, etc.

» Le *mauvais goût* diminue et quand on a versé $6^{cc}$, $8^{cc}$, $10^{cc}$ de la solution (à $15^{gr},8 = 1000^{cc}$, par exemple), il disparaît entièrement. Le liquide abandonné à lui-même devient limpide et peut être séparé du dépôt noir d'oxyde par simple décantation.

» Si les substances du mauvais goût ont produit un peu d'acide, on ajoute la petite quantité de craie nécessaire pour saturer cet acide, et l'alcool, même avec le sel calcaire plus ou moins soluble, est décanté sans autre opération; son emploi est parfaitement convenable dans la plupart des cas; si l'on désire une pureté absolue, on le distille. Il offre alors ce que l'on n'a jamais obtenu jusqu'ici, de l'alcool tout à fait pur.

» Les vins, blancs et même rouges, peuvent être épurés comme les alcools; les vins rouges ne perdent pas une proportion bien notable de leur couleur, ni aucune de leur bouquet, dont la pureté devient souvent extrême.

» A peine dois-je parler de l'innocuité des résidus laissés dans les alcools, les eaux-de-vie, les vins par le permanganate. On sait depuis longtemps l'existence du manganèse dans les végétaux et dans les substances animales. L'Académie me permettra de rappeler le travail qu'elle a bien accueilli en 1884 [2], où j'ai montré le manganèse dans tous nos aliments (excepté les oignons, les citrons, les oranges), son élimination dans les excréments solides, et l'inutilité de son emploi comme succédané du fer.

---

(1) Décrit dans mon Traité de la *Théorie générale*, p. 510.
(2) *Comptes rendus*, t. XCVIII, p. 1056 et 1416.

Donc, même en cas d'entraînement accidentel du dépôt d'oxyde, on n'a rien à redouter : j'ai plusieurs fois, à titre de preuve, avalé des verres de vin avec leur dépôt manganésien, sans que ma santé en ait paru troublée.

» Ce que l'on obtient pour les alcools n'est pas moins efficacement réalisé pour les *sucres*.

» Une *poudre blanche* n° 3, n° 1, même absolument inacceptable en boisson (eau, café, thé) perd tout caractère d'origine, toute saveur et toute odeur de betterave ou même de canne. Le sucre est absolument pur après un raffinage peu prolongé, seulement assez pour le débarrasser des sels. Les jus bruts, les mélasses peuvent être épurés, mais avec des précautions qui me prendraient trop de place pour être décrites ici.

» Parmi les substances dont l'épuration peut encore intéresser l'Académie, je dois citer les eaux potables. L'addition du permanganate, proposée dès 1859 par Schrötter pour l'analyse, l'a été dans ces dernières années pour l'épuration. Le service militaire en Algérie débarrasse les eaux saumâtres, destinées à la boisson des troupes, par le permanganate. Des compagnies anglaises fourniraient une eau pure aux habitants de Londres après épuration par le même oxydant.

» Si ces faits sont bien établis, je me borne à confirmer la puissance et la faible dépense du procédé.

» Les deux grandes industries des alcools et des sucres trouvent dans le permanganate un agent chimique d'une bien grande valeur. En effet : 1° sa proportion nécessaire est assez faible pour rendre la dépense d'achat presque nulle; 2° il n'exige l'emploi d'aucun appareil nouveau.

» On ne pourrait citer un second exemple d'une efficacité si grande à un prix si minime.

» Dans une prochaine Communication, je compte présenter à l'Académie les résultats du même procédé sur d'autres substances : huile de foie de morue, pétrole, etc. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Influence du rayonnement à basses températures sur les phénomènes de la digestion. Frigothérapie.* Note de M. **Raoul Pictet**. (Extrait.)

« Nous avons été amené à étudier d'une façon spéciale les conditions du rayonnement de la chaleur obscure entre + 50° et — 165°, températures que nous pouvons considérer comme limitant la zone utile des

recherches dans notre laboratoire. Nous avons constaté les lois suivantes :

» 1° Tous les corps mauvais conducteurs de la chaleur : laine, coton, soie, bois, carton, charbon en poudre, tourbe, etc., retiennent très complètement le rayonnement de la chaleur obscure émise entre + 50° et — 60° centigrades.

» 2° Entre — 60° et — 80°, ces mêmes corps deviennent de plus en plus diathermanes, au fur et à mesure que les rayons calorifiques sont émis par un corps plus froid.

» 3° Au-dessous de — 100°, on peut considérer que toutes les vibrations calorifiques traversent les corps réputés mauvais conducteurs, comme la lumière traverse le verre.

» Ces faits généraux ayant été établis par de nombreuses expériences, nous avons fait, sur un chien, l'expérience suivante :

» L'animal est entouré d'un sac à parois épaisses, constituées par du coton, de la laine et des tissus appelés *très chauds*. Ces enveloppes protectrices ont plus de $10^{cm}$ d'épaisseur et garantissent complètement le chien de toutes parts. On dépose le chien au fond de ce sac, environ une demi-heure après lui avoir fait faire un bon repas et avoir constaté qu'il refuse absolument du pain qui lui est offert.

» Le sac, ouvert par le haut, est descendu dans le puits frigorifique dont la température est maintenue constamment entre — 100° et — 110° par le jeu des compresseurs.

» Voici ce qui se passe : Le chien est un corps à + 37°,5, qui émet toutes les ondes calorifiques comprises entre — 273°, zéro absolu, et + 37°,5. Si l'on faisait passer le faisceau de ces ondes calorifiques par un prisme diathermane, le spectre pourrait à peu près se superposer sur le spectre lumineux d'un corps en ignition : les vibrations calorifiques de la base du spectre seraient les homologues des vibrations rouges du spectre lumineux, les vibrations calorifiques voisines de — 273° seraient peu ou point déviées par réfraction. Le chien émet donc un faisceau de chaleur et reçoit à son tour la chaleur rayonnante du puits à — 100° ou — 110°.

» Sur le spectre calorifique, nous savons que toutes les vibrations, comprises entre la base à — 273° et la longueur d'onde correspondant à —70° environ, traversent presque sans absorption le manteau protecteur du chien; par contre, les vibrations calorifiques caractérisant les températures plus élevées, entre — 70° et + 37°,5, sont absorbées et retenues par les duvets et couvertures du sac.

» Une partie des ondes calorifiques, représentant de l'énergie vibratoire, traverse ainsi les parois protectrices : c'est une cause active de refroidissement. Les parois du puits frigorifique renvoient à l'animal des ondes calorifiques qui vont de — 273° à — 110° et compensent en partie les pertes subies. La différence entre l'apport et la perte de chaleur constitue pour le chien son *bilan calorifique,* qui se solde par une perte sensible. En effet, d'une part, les ondes calorifiques émises par l'animal entre — 70° et — 110° ne sont pas renvoyées par les parois du puits elles-mêmes à — 110°; d'autre part, les ondes calorifiques comprises entre — 110° et — 273° sont, chez le

chien, plus actives, plus intenses que celles qui sont renvoyées par les parois du puits frigorifique, dont la *température absolue* est *notablement plus basse que celle du chien.*

» Tout l'organisme du chien participe à la perte de chaleur, et cela dans toute la profondeur des tissus, car le rayonnement à basse température traverse les tissus du corps avec la même facilité que les étoffes.

» L'équilibre physiologique du chien est ainsi troublé dans des conditions absolument nouvelles, car les plus grands froids constatés dans les deux hémisphères ne dépassent jamais — 48° à — 51°, températures pour lesquelles les fourrures naturelles agissent encore parfaitement comme préservatrices du froid. De plus, dans la disposition adoptée, la peau de l'animal ne subit pas un refroidissement beaucoup plus grand que tout le reste des organes et ne *sert plus d'amorce, par la sensation du froid,* aux mouvements réflexes de défense que la Nature a prévus dans la lutte de l'individu en danger.

» On constate chez cet animal soumis au rayonnement calorifique, quoique protégé par les parois du sac, une augmentation rapide de la respiration et de la circulation : cinq à six minutes suffisent pour lui donner le désir de manger le pain qu'il refusait un instant auparavant. Il semble que, saisi par cette perte soudaine de chaleur, l'individu physiologique se défende en forçant par tous les moyens possibles *la combustion*, et fasse pour cela appel à la nourriture, en stimulant violemment tous les organes de la digestion.

» Cet appétit subit et pressant a été l'effet constant du rayonnement de la chaleur naturelle du chien, dans le puits frigorifique. Nous l'avons constaté sans aucune exception.

» J'ai été ainsi amené à faire l'expérience sur moi-même.

» Depuis 1886, je souffrais de maux d'estomac violents à chaque digestion, maux rebelles aux traitements les plus divers et les plus énergiques. De 1886 à 1894, au printemps, j'avais perdu près de $9^{kg}$; le 23 février 1894, je pesais $65^{kg},350$.

» Je me mis dans une bonne pelisse, les jambes bien entourées d'une couverture épaisse, de manière à pouvoir cependant lever et abaisser successivement chaque pied sur une planche placée au fond du puits frigorifique. Je gardais la tête et le haut des épaules hors de l'enceinte froide maintenue à —110°.

» Je faisais par minute 40 balancements de jambes, lentement, comme en *battant la semelle,* mais sans y mettre aucune force. L'effet du rayonnement ne provoqua chez moi aucune sensation désagréable de froid à la peau; mais déjà, après quatre minutes de station dans le puits, l'envie de manger apparut, et cet appétit se transforma en une véritable *fringale* après huit minutes.

» Je sortis du puits et fis une petite marche, éprouvant le désir de manger, d'une façon presque douloureuse, comme après un bain très froid en été. Après cinq minutes de marche, une réaction puissante de chaleur dans tout le corps se fit sentir et, pour la première fois depuis plus de six années, je dînai de grand appétit, *sans douleur.*

» Je recommençai huit fois l'opération, éprouvant chaque fois le même effet. Depuis

cette époque, je suis entièrement guéri : en trois mois et demi, j'ai gagné plus de 10$^{kg}$ ; je pèse aujourd'hui 76$^{kg}$,220.

» J'étudie actuellement la *frigothérapie*, soit l'action physiologique et thérapeutique provoquée par le rayonnement à basse température. »

ZOOLOGIE. — *Sur la morphologie et la classification des Coccidies*. Note de M. **Alphonse Labbé**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« On sait que M. Schneider a divisé les Coccidies en Monosporées, Oligosporées et Polysporées, en admettant que, chez les Monosporées, le contenu tout entier du kyste se transforme en une spore unique à l'intérieur de laquelle se différencient les sporozoïtes.

» Les études que je poursuis depuis plusieurs années, dans les laboratoires de M. le professeur de Lacaze-Duthiers, m'ont montré que cette interprétation, quelque ingénieuse qu'elle soit, n'est pas admissible, et m'ont conduit à des résultats sensiblement différents sur la morphologie de ces organismes.

» Un sporozoïte pénètre dans une cellule, s'arrondit, s'accroît, s'entoure d'une capsule plus ou moins épaisse à l'intérieur de laquelle le plasma se concentre. Puis le noyau perd sa membrane, se divise et donne des noyaux périphériques plus ou moins nombreux, qui font hernie en quelque sorte sur le plasma formatif; celui-ci se creuse de plus en plus dans les intervalles, et il en résulte une série de petites éminences, chacune pourvue d'un noyau.

» Chez les Klossia, les Benedenia, les Pfeifferia, les Eimeria, ce stade est identique ; il y a un nombre indéfini de ces petites éminences nucléées, qui, chez les Coccidium, ne sont qu'au nombre de quatre.

» *Jusqu'à ce stade, toutes les phases du développement sont homologues chez toutes les Coccidies.*

» Mais tandis que, chez les Pfeifferia et les Eimeria, l'éminence nucléée (appelons-la l'*archéspore*) devient directement, en s'allongeant, *un sporozoïte*, chez les autres Coccidies elle s'isole, acquiert une première enveloppe cuticulaire, puis une seconde, devient une *spore*, à l'intérieur de laquelle se forment les sporozoïtes.

» En un mot, on peut définir *l'archéspore, une petite éminence du plasma de la Coccidie renfermant un amas chromatique* sans membrane qui provient par mitose du noyau initial de la Coccidie ; cette archéspore donne direc-

tement naissance, chez les *Pfeifferia* et les *Eimeria,* à un *sporozoïte unique,* tandis que chez les autres Coccidies, elle forme un *spore,* c'est-à-dire *un groupe de sporozoïtes.*

» Cette définition, qui montre l'importance morphologique de l'archéspore, ne permet plus de considérer le kyste entier des *Eimeria* comme une spore unique, puisque ce kyste donne naissance à un aussi grand nombre d'archéspores que les *Klossia* et les *Benedenia.*

» Il n'y a pas de Monosporées; il y a des Coccidies qui ont un nombre indéfini d'archéspores, et des Coccidies où ces archéspores sont en nombre limité. On peut ainsi rapprocher les anciennes Polysporées des anciennes Monosporées, rapprochement qui se trouve vérifié encore par un fait tératologique. Chez les *Benedenia* de la Seiche, on trouve des kystes anormaux dans lesquels l'archéspore ne donne pas naissance à une spore, mais à un prolongement uninucléé, qui ressemble à un sporozoïte. Mingazzini, qui les a décrits après Eberth et Schneider, voit dans ces kystes une phase monosporée des *Benedenia;* ceci n'est pas exact, et il ne faut voir dans ces kystes que des spores avortées. Mais cet arrêt de développement nous montre l'importance de l'archéspore et la dégradation parasitaire se traduisant par la suppression du stade *spore* dans l'évolution.

» *En résumé,* le terme *Monosporé* devant disparaître de la terminologie, on pourrait appeler *Polyplastidées* les Coccidies qui ont un nombre illimité d'archéspores, par opposition aux *Oligoplastidées,* chez lesquelles le nombre des archéspores est défini.

» Dans le premier groupe, on établira une distinction entre les Coccidies (*Pfeifferia, Eimeria*) chez lesquelles l'archéspore donne directement naissance au sporozoïte; et les Coccidies (*Klossia, Benedenia,* etc.) où l'archéspore devient une spore, c'est-à-dire un groupe de sporozoïtes.

» Dans le second groupe, le genre *Coccidium* sera déterminé par quatre archéspores et deviendra le centre des *Tétrasporées*; les genres *Diplospora, Isospora, Cyclospora* qui ne possèdent que deux archéspores seront des *Disporées.*

» Quel que soit le sort fait aux noms tout à fait provisoires que je donne ici, je pense qu'il est nécessaire de se baser sur l'archéspore pour établir une classification méthodique des Coccidies, l'archéspore étant le stade primitif et nécessaire par lequel doit passer l'élément reproducteur de toute Coccidie. »

GÉOLOGIE. — *Succession des assises tertiaires inférieures sur le pourtour de la protubérance crétacée de Saint-Sever.* Note de M. L. **Reyt**, présentée M. Albert Gaudry.

« Le terrain nummulitique prend une large part à la constitution géologique de la Chalosse. Sa connaissance dans cette région est due surtout aux recherches de Delbos, d'Hébert et de M. Jacquot.

» Les assises nummulitiques que nous avons particulièrement étudiées dessinent autour du noyau crétacé du pli de Saint-Sever une ceinture interrompue sur le revers nord très faillé et effondré de l'anticlinal. Ces affaissements ont favorisé l'invasion de la mer tongrienne dont nous avons reconnu les traces à Mugron, Nerbis, Arcet, dans les affleurements rocheux du Gabas, sous Banos, et ils ne semblent pas étrangers à la présence de l'Aquitanien à Banos, Toulouzette et Meignos.

» Sur les points où les dépôts superficiels ne masquent pas les observations et où les effondrements, suivant les lignes de fractures qui ont affecté la région, n'ont pas troublé la disposition primitive des assises, on voit les premières couches tertiaires se lier *intimement* aux derniers sédiments crétacés et revêtir une forme lithologique sous laquelle il devient difficile d'établir une limite nette entre les deux séries de formations. L'étude des assises nummulitiques du revers sud du pli de Saint-Sever nous a encore appris que, du moins dans cette partie de la Chalosse, la série qui nous occupe n'avait guère subi que de faibles interruptions durant peut-être toute la période éocène. Du reste, l'inclinaison de ces assises nummulitiques éocènes, la même que celle des couches crétacées sous-jacentes, indique bien que les unes et les autres ont participé aux mouvements généraux qui ont amené le ridement de la contrée.

» La succession que nous avons établie sur le pourtour de la protubérance crétacée de Saint-Sever est une des plus complètes qui puissent s'offrir au géologue dans la région sous-pyrénéenne française. Elle peut se résumer de bas en haut comme il suit :

» *Substratum :* Brèches et calcaires garumniens.

I. — ÉOCÈNE.

» A. SUESSONIEN. — *a.* Thanétien-Sparnacien : 1. Calcaire à *Operculina Heberti*, riche en espèces nouvelles de gastéropodes et de lamellibranches.

» *b*. Yprésien : 2. Calcaire glauconieux à *Nummulites planulata* et *elegans*.

» B. PARISIEN. — *a*. Lutétien : 3. Grès siliceux, avec nombreux cérithes, *Turritella, Natica,* etc., à la partie supérieure.

» 4. Calcaire compact peu fossilifère, étroitement lié au n° 5.

» 5. Calcaire blanc à milioles, se chargeant d'alvéolines (*A. melo, ovoidea*) à la partie supérieure.

» 6. Calcaire blanc ou lavé de jaune, avec *Alveolina ovoidea, oblonga,* quelques nummulites (*N. biarritzensis, Guettardi*) et échinides (*Maretia Jacquoti, Cassidulus Dubaleni*).

» 7. Calcaires glauconieux et marnes siliceuses glauconieuses, avec nombreuses nummulites (*N. biarritzensis, Guettardi,* etc.), rares alvéolines, se chargeant d'orbitoïdes (*O. Fortisi*) à la partie supérieure et passant au n° 8.

» 8. Marnes siliceuses, grises, glauconieuses, avec *Xanthopsis* (surtout *X. Dufouri*); quelques orbitoïdes, *Terebratulina tenuistriata, Anomia intustriata, Ostrea* de grande taille, etc.

» 9. Marnes et calcaires marneux, gris, glauconieux, avec orbitoïdes (*O. Fortisi*); *Nummulites irregularis, subirregularis;* quelques *Xantopsis, Terebratula Delbosi, Terebratulina tenuistriata, Anomia intustriata, Ostrea* de grande taille, etc.

» 10. Argiles et marnes bleues, brunes, souvent tachetées ou lavées de jaune, avec nombreuses operculines et orbitoïdes, alternant fréquemment à l'ouest avec des bancs calcaires à assilines (*A. granulosa, Leymeriei*) et nummulites (*N. complanata, perforata, Lucasana,* etc.), à la partie supérieure.

» 11. Calcaire grossier à milioles, *Alveolina elongata, Orbitolites complanata, Nummulites Heberti, Echinocyamus, Lucina* cf. *gigantea,* etc., *Sismondia occitana* (var.) à la partie supérieure.

» *b*. Bartonien. 12. Calcaire d'eau douce ou saumâtre (*Limnæa* cf. *longiscata,* planorbes, néritines, cérithes, etc.)

» C. PRIABONIEN. — *M.-Ch. et de Lapp.* 13. Conglomérat de Palassou?

II. — OLIGOCÈNE.

» A. SANNOISIEN; *M.-Ch. et de Lapp.* (*Tongrien inférieur, Infra-tongrien.*) 14. Lacune.

» B. STAMPIEN (*Tongrien supérieur, Tongrien pp. dit.*) 15. Marnes et calcaires à *Natica crassatina, Strombus auricularius, Delphinula scobina, Turbo Parkinsoni, Nummulites intermedia, Fichteli,* nombreux polypiers, etc.

» 16. Grès calcaires, mollasses et sables à operculines.

» C. AQUITANIEN. — *a*. Inférieur. 17. Calcaire à *Potamides margaritaceus.*

» *b*. Moyen et supérieur? 18. Marnes bleues à *Potamides plicatus, corrugatus, Neritina Ferussaci, Philine* sp., *Lucina incrassata, Mytilus aquitanicus,* etc.

» Les assises 1, 5, 6 et 13 (?) rapprochent évidemment cette série de la série nummulique du *Béarn*, des *Pyrénées centrales,* des *Corbières* et de la *Montagne-Noire*, tandis que les n[os] 11 et 12 rappellent d'une manière frappante le *calcaire grossier de Blaye* et le *calcaire lacustre de Plassac*. Ainsi, les

assises nummulitiques de la Chalosse (exception faite des marnes et calcaires à *Natica crassatina*, connus depuis longtemps dans d'autres parties du sud-ouest), jusqu'ici regardées comme à peu près isolées des formations synchroniques des régions voisines ou n'ayant généralement avec elles que de vagues rapports, viennent se relier d'une part aux couches nummulitiques des régions précitées, d'autre part aux dépôts éocènes du nord du bassin, et, par l'intermédiaire des lambeaux isolés de l'ouest de la France, à l'Éocène classique du bassin anglo-parisien. »

GÉOLOGIE. — *Sur les calcaires à lithothamnium de la vallée du Chellif.* Note de M. **Repelin**, présentée par M. Fouqué.

« Le terme de calcaire à Mélobésies (lithothamnium) s'applique, en Algérie, à des couches calcaires ou grossièrement gréseuses, assez variables d'aspect et de constitution, dans lesquelles ces algues se montrent parfois très abondantes et que l'on avait considérées comme appartenant à l'Helvétien inférieur. Cette formation joue, dans la plaine du Chellif, un rôle très important et a été décrite par M. Pomel dans le texte explicatif de la carte géologique de l'Algérie; je n'insisterai donc pas sur la description de ce terrain. J'aurai plus tard l'occasion de parler de sa faune, étudiée en grande partie par M. Pomel dans son travail sur la paléontologie de l'Algérie.

» Ce dépôt ne se trouvant pas, dans les régions jusqu'ici explorées, en relation suffisamment nette avec l'un des niveaux bien caractérisés de l'Helvétien, il était naturel de le rapporter, en raison de son analogie avec les calcaires à lithothamnium helvétiens de Vesoul-Bénian, à la partie inférieure de l'Helvétien. La présence, dans la vallée du Riou, au-dessous de ces calcaires, de couches marneuses helvétiennes semblables aux marnes des Bou-Allouane, avait fait dire à M. Welsch [1] qu'ils appartenaient au Tortonien. Mais cette raison n'était pas suffisante, attendu que les marnes dont il s'agit ne présentent pas de stratification et qu'on pouvait les considérer comme un facies de la partie inférieure du calcaire à Mélobésies. Lors même que leur synchronisme avec les marnes de la région de Bou-Medfa eût été établi, rien n'autorisait encore l'attribution des calcaires qui

---

(1) *Comptes rendus des Séances de la Société géologique de France*, 18 décembre 1893.

les surmontent au Tortonien, plutôt qu'à l'Helvétien moyen ou supérieur.

» J'ai eu l'occasion, au cours de mes études géologiques dans cette région sous la direction du Service de la Carte géologique de l'Algérie, de suivre le calcaire à Mélobésies depuis la plaine du Cheliff jusqu'à Mascara en étudiant pas à pas ses changements de facies latéraux. J'ai pu ainsi l'identifier d'une manière certaine, d'une part avec le Sahélien de Mascara et de l'autre avec celui de la région de Carnot. J'ai été assez heureux pour trouver aux environs de Zemmorah, à la base de ces couches, de nombreux fossiles identiques à ceux du Sahélien des Beni-Rached. Cette faune se présente aussi bien dans le pays des Amamra qu'aux environs de Mendès, où elle se trouve dans un horizon marnosableux correspondant exactement à la description donnée du Sahélien par M. Pomel. De là, on peut suivre cette formation dans le pays des Anatra puis dans les environs de Calaa et d'El-Bordj. Dans le ravin, au-dessous même du village d'El-Bordj, on peut voir avec une grande netteté le passage latéral des calcaires, massifs marmoréens dits à Mélobésies, aux couches marnosableuses sahéliennes contenant la faune des Beni-Rached. De là à Mascara, le facies ne change plus : c'est le Sahélien typique comme aux Beni-Rached.

» J'indiquerai sommairement les relations des couches à Mélobésies avec celles des autres terrains de la région. Ces calcaires se sont déposés en stratification discordante avec tous les terrains sous-jacents. On les voit reposer tantôt sur le crétacé, tantôt sur le tertiaire. Ainsi, au sud d'Orléansville, ils sont en contact direct avec l'Aptien, plus à l'ouest, vers Malakoff, ils reposent sur les poudingues du Miocène inférieur, au sud de Charon, sur les grès de l'Éocène supérieur, etc. De grands mouvements de plissements ont donc eu lieu dans cette région entre le dépôt de l'Helvétien et celui du Sahélien.

En résumé, l'étage sahélien s'étend presque sans interruption depuis la région de Carnot jusqu'à Mascara. La plus grande altitude à laquelle il ait été porté est d'environ $1000^m$ à El-Bordj. Nos connaissances sur cette question ne nous permettent pas encore de généraliser comme l'a fait M. Welsch ([1]) et de considérer les couches de Ben-Chicao, de Teniet-el-Haad, de Tiaret comme tortoniennes. En effet, ces couches n'ont fourni en aucun point la faune caractéristique du Sahélien, et elles ne sont pas en continuité avec les dépôts tortoniens bien caractérisés des Beni-Rached et de Mascara, les grès de Teniet-el-Haad compris. »

---

([1]) *Comptes rendus*, séance du 17 octobre 1892.

SILVICULTURE. — *Influence de la sécheresse de l'année 1893 sur la végétation forestière en Lorraine*. Note de M. **Henry**, présentée par M. Chatin.

« La vigueur de la végétation d'un arbre se mesure par son accroissement en hauteur et en diamètre. Le premier est difficile, sinon impossible à mesurer sur les arbres âgés dont l'extrémité de la tige se perd, en général, dans la ramification de la cime; il a, d'ailleurs, dans ce cas, fort peu d'importance, puisque le fût, qui est la partie de beaucoup la plus productive, reste à peu près invariable en hauteur.

» L'accroissement en diamètre, mesuré sur une section transversale, se prête au contraire à une détermination exacte, grâce à la distinction généralement facile et, en tous cas, possible des couches ligneuses annuelles chez nos arbres indigènes.

» L'assise cambiale produit, chaque année, durant la saison de végétation, sur une section transversale quelconque des organes axiles, un anneau ligneux dont l'épaisseur varie, pour une espèce donnée, avec l'âge, la région de l'arbre que l'on considère, l'état de peuplement qui l'entoure, la fertilité du sol et les circonstances atmosphériques. Si l'on examine, sur une section tranversale prise près du sol, les couches ligneuses d'un arbre ayant crû toujours dans les mêmes conditions, on voit au centre quelques couches minces, auxquelles succèdent des anneaux plus larges atteignant bientôt un maximum à partir duquel ils vont en s'amincissant peu à peu jusqu'à la périphérie. Mais, si, au lieu d'une diminution insensible, on observe, dans des couches contiguës, une variation brusque et générale, elle ne peut être attribuée qu'à une cause générale aussi, c'est-à-dire aux circonstances climatériques, puisque les autres facteurs n'ont pas varié.

» Si l'anneau fabriqué par l'arbre en 1893 est notablement plus mince que celui de 1892, on peut en conclure légitimement que ces circonstances ont été moins favorables en 1893 et la nutrition moins active. La somme des manteaux ligneux qui viennent s'ajouter ainsi à chaque arbre constitue la récolte annuelle du propriétaire de bois, récolte d'autant plus abondante que l'épaisseur du manteau, c'est-à-dire de l'anneau ligneux, est plus grande.

» Nous nous sommes proposé de déterminer. aussi exactement que possible, l'influence qu'ont exercée sur la végétation des forêts lorraines ou sur la couche ligneuse qui en est l'expression, les circonstances climatériques de l'année 1893, si remarquable par la sécheresse et la chaleur anormales de son printemps.

» Dans ce but, nous avons mesuré, à $\frac{1}{10}$ de millimètre près, l'épaisseur de l'anneau de 1893 et nous l'avons comparée à celle des anneaux de 1892, qui fut encore une année sèche, déjà pauvre en fourrage, et de 1891 dont les conditions se rapprochent sensiblement de celles d'une année moyenne.

» Il était nécessaire d'opérer, pour chaque espèce d'arbre, sur un grand nombre de

sujets, afin de faire disparaître les anomalies dues à des accidents (bris de branches, dégâts d'insectes, etc.), et de prendre ces sujets dans des peuplements qui n'aient été l'objet, depuis une vingtaine d'années, d'aucune opération culturale, de façon que les phénomènes climatériques pussent être rendus seuls responsables des différences de largeur des accroissements. Ces arbres, d'âge varié mais toujours supérieur à soixante ans, appartenaient aux espèces forestières les plus répandues dans la région, le chêne (*Quercus robur* L.), le hêtre (*Fagus sylvatica* L.), le charme (*Carpinus betulus* L.), et avaient crû sur des sols divers, les uns calcaires, superficiels et filtrants, les autres argileux, profonds et peu perméables. Ces types extrêmes ont été choisis à dessein pour que les différences d'action de la sécheresse sur les sols ressortissent le plus nettement possible.

» Des espèces précitées l'une, le chêne, a l'enracinement pivotant et peut aller puiser les grandes quantités d'eau dont il a besoin dans les couches profondes du sol; l'autre, le hêtre, dont la puissance d'évaporation l'emporte encore sur celle du chêne, est le type des *essences* à enracinement superficiel; le charme a un appareil radiculaire qui tient le milieu entre les deux précédents.

» Voici les principaux résultats de ces mensurations qui ont été faites sur plus de deux cent cinquante arbres :

» I. *Végétation du hêtre en sol calcaire, superficiel et filtrant.* — 37 hêtres, provenant de neuf places d'essai disséminées sur tout le massif de Haye, près Nancy (8000 hectares) et situé sur l'oolithe inférieure, ont fourni :

| | 1893. | 1892. | 1891. |
|---|---|---|---|
| Une épaisseur totale d'accroissement de | 39,7 mm | 73,7 mm | 108,2 mm |
| Ou, en prenant pour unité l'accroissement de 1891 (ce qui facilite les comparaisons) | 36,7 | 68,1 | 100,0 |
| 11 hêtres d'autres forêts oolithiques | 42,6 | 64,3 | 100,0 |
| 12 hêtres de forêts en sol corallien | 30,0 | 56,0 | 100,0 |

» La production de la matière ligneuse n'a atteint en 1893 que le tiers de son taux habituel. Dans les deux années sèches 1893 et 1892, il ne s'est pas formé plus de bois que dans la seule année 1891. Les propriétaires de forêts ont perdu la récolte d'une année.

II. *Végétation du hêtre en sol argileux, profond, peu perméable.*

| | 1893. | 1892. | 1891. |
|---|---|---|---|
| 25 hêtres ont donné la relation | 41 | 66,7 | 100 |

» Ce résultat qu'on ne pouvait prévoir montre que le hêtre a autant pâti dans les sols argileux que dans les sols calcaires, malgré les grandes différences que présentent ces deux types de sols sous le rapport de la faculté d'imbibition.

III. *Végétation du chêne en sol calcaire, superficiel et filtrant.*

| | | | 1893. | 1892. | 1891. |
|---|---|---|---|---|---|
| 31 chênes | (massif de Haye) | ont donné la relation | 61,8 | 81,4 | 100 |
| 10 » | (autres forêts oolithiques) | » » | 73,5 | 96,6 | 100 |
| 7 » | (forêts en sol corallien) | » » | 74,6 | 90,6 | 100 |

IV. *Végétation du chêne en sol argileux ou siliceux à grain très fin.*

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 39 chênes en sol argileux | ont donné ............... | 71,2 | 88,8 | 100 |
| 15 » sur grès infraliasique | » ............... | 76,5 | 83,0 | 100 |

» On voit que la production ligneuse du chêne s'est abaissée aussi en 1893, mais dans une proportion bien moins forte que celle du hêtre. Le rendement atteint les $\frac{3}{4}$ du rendement normal au lieu d'être réduit au tiers.

» Ce fait si frappant ne peut être attribué qu'à des différences spécifiques (enracinement, durée de végétation, etc.), car les chênes ont été pris dans le voisinage immédiat des hêtres et les conditions de station (sol, climat, sous-bois) sont rigoureusement identiques.

» Sur l'argile, l'effet de la sécheresse a été sensiblement le même pour les deux essences que sur le calcaire.

V. *Végétation du charme en sol argileux ou calcaire.*

| | 1893. | 1892. | 1891. |
|---|---|---|---|
| 17 charmes ont fourni la relation ....................... | 48,8 | 86,5 | 100 |

» Le charme qui a un enracinement intermédiaire entre celui du chêne et celui du hêtre a souffert de la sécheresse plus que le premier et moins que le second.

VI. *Végétation de l'épicéa.* — On pouvait se demander si les résineux, qui gardent leurs feuilles l'hiver et qui évaporent cinq à six fois moins d'eau que les arbres à feuilles caduques n'avaient pas trouvé dans le sol la faible quantité d'eau qui leur est nécessaire.

| | 1893. | 1892. | 1891. |
|---|---|---|---|
| 8 épicéas ont fourni la relation ........................ | 43,6 | 76,6 | 100 |

» La diminution d'accroissement est presque égale à celle du hêtre auquel l'épicéa ressemble beaucoup par son enracinement.

» Toutes les autres espèces examinées (frênes, ormes, bouleaux, cerisiers, tilleuls, érables) ont accusé, en 1893, une diminution plus ou moins considérable.

» *En résumé,* nous croyons avoir démontré que :

» 1° La sécheresse extraordinaire de 1893 a influé d'une manière évidente, en Lorraine, sur la végétation de tous les arbres forestiers aussi bien que sur la plupart des cultures agricoles;

» 2° La production ligneuse de 1893 a été réduite à un chiffre variant entre 30 pour 100 et 76 pour 100 du rendement d'une année normale;

» 3° Cette baisse de production dépend essentiellement de l'enracinement, fort peu de la nature du sol. »

AÉROSTATION. — *Ascension à bord du ballon l'« Archimède » (11 octobre 1894). Diagrammes thermométriques et hygrométriques comparés du gaz de l'aérostat et de l'atmosphère ambiante.* Note de MM. **Gustave Hermite** et **Georges Besançon**, présentée par M. Marcel Deprez.

« Le 11 octobre nous avons exécuté à l'usine à gaz de La Villette, à bord de notre aérostat l'*Archimède* (650$^{mc}$), une ascension dans le but de comparer, à l'aide d'enregistreurs spéciaux, les variations de la température et de l'état hygrométrique du gaz du ballon avec celles de l'air ambiant.

» Nous avions fait construire, sur nos plans, par la maison Richard, deux appareils enregistreurs identiques, qui présentent cette particularité que le baromètre, l'hygromètre et le thermomètre, superposés sur le même bâti, inscrivent sur un même cylindre d'horlogerie leurs diagrammes respectifs. L'avantage de cette disposition, outre la diminution considérable de poids et de volume, est de donner la concordance des diagrammes quelles que soient les irrégularités du mouvement d'horlogerie.

» Ajoutons que nous avions fait régler et vérifier ces appareils avec le plus grand soin, à l'observatoire de la tour Saint-Jacques.

» Lorsque l'aérostat a été gonflé, nous avons hissé un de ces enregistreurs dans l'intérieur du ballon jusqu'au centre de la sphère de gaz, à l'aide d'une corde. Aussitôt après le départ, nous avons filé, à 5$^m$ en dessous de la nacelle, le deuxième enregistreur, qui était disposé dans un parasoleil identique à celui que nous avions employé dans l'ascension à grande hauteur de l'*Aérophile* le 17 septembre 1893 (1).

» Nous sommes partis à 11$^h$7$^m$ du matin par un ciel uniformément couvert, qui *semblait* intercepter complètement les rayons solaires. Une demi-heure après, nous atteignons, par 800$^m$ d'altitude, la limite inférieure des nuages, que nous mettons vingt-huit minutes à traverser. A 12$^h$6$^m$, par 1150$^m$ d'altitude, l'aérostat émerge des vapeurs et flotte sous un ciel bleu foncé parfaitement limpide.

» Au-dessous de nous s'étend la mer des nuages, dont la surface peu ondulée réfléchit les rayons solaires comme un miroir, et nous apercevons aussitôt l'*auréole*, dont nous prenons plusieurs photographies instantanées.

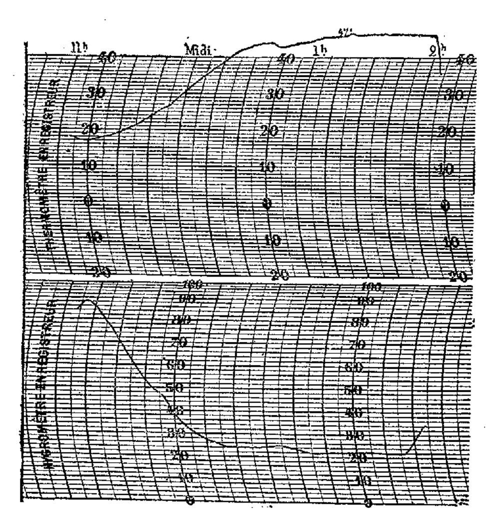
» Nous atteignons peu à peu notre altitude maxima de 1500$^m$. Puis, lorsqu'il ne nous reste plus que la quantité de lest suffisante pour opérer avec sécurité notre des-

(1) Voir *Comptes rendus* du 22 janvier 1894.

cente, nous laissons l'aérostat regagner les niveaux inférieurs. A $1^h 43^m$, par $1300^m$ d'altitude, l'auréole disparaît et nous plongeons dans les nuages, dont les particules sont visibles à l'œil nu. Nous ressentons une grande humidité. A $800^m$ de hauteur, nous avons traversé le dôme de vapeurs qui nous sépare de la surface terrestre que nous apercevons. A $300^m$, nous remontons à bord l'enregistreur inférieur et son parasoleil. A $2^h 17^m$, l'aérostat nous dépose mollement dans la propriété de M. Soubiran, à la lisière même de la forêt de Fontainebleau. Nous sommes à Dammarie-les-Lys, à $3^{km}$ de Melun (Seine-et-Marne).

» A notre arrivée, nous avons détaché des enregistreurs les papiers gradués sur lesquels se trouvaient inscrits les diagrammes que nous avons l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie.

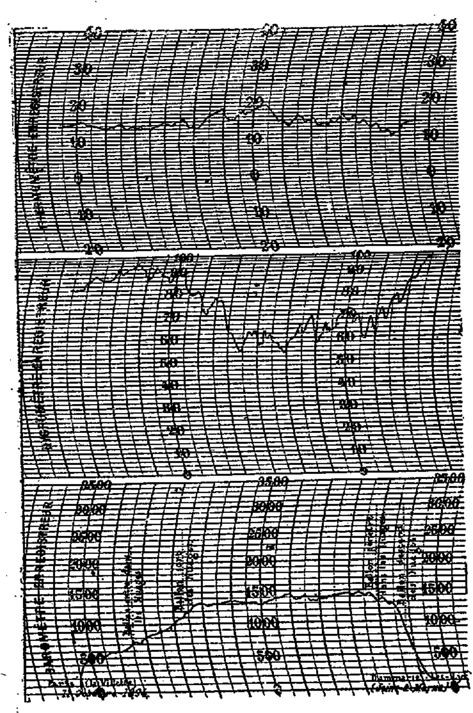
» Si nous comparons d'abord les diagrammes thermométriques, nous voyons qu'à terre, au moment du départ, la température de l'air était de




Diagrammes de la température et de l'état hygrométrique dans l'intérieur du ballon.

$+14°$ centigr., tandis que celle du gaz de l'aérostat était de $+18°$. Pendant les premiers moments de l'ascension jusqu'à $500^m$ d'altitude, la température de l'air *s'élève* à $+15°$, tandis que celle du gaz *descend* à $+17°$. D'après les lois de la Thermodynamique, l'abaissement de la température du gaz de l'aérostat, passant de la pression $760^{mm}$ à la pression $715^{mm}$, aurait dû être plus considérable; nous pensons qu'il faut attribuer cette anomalie au rayonnement invisible du Soleil à travers la couche des nuages. L'inspection de la suite des thermogrammes confirme cette manière de voir. En effet, à partir de ce point, le ballon s'élève avec lenteur sous l'influence

d'un jeu de lest modéré, et la température du gaz augmente graduellement jusqu'à atteindre $+25°$ à la limite inférieure des nuages, tandis qu'à ce moment le thermomètre extérieur marque seulement $+14°$. A la limite supérieure, le gaz est déjà à $+37°$, tandis que la température de l'air est



Diagrammes obtenus avec l'enregistreur extérieur.

de $+15°$. Enfin, lorsque l'aérostat flotte entre $1400^m$ et $1500^m$ en plein rayonnement solaire, la température du gaz est tellement élevée que le style du thermographe a dépassé les limites du papier gradué fixé sur le cylindre d'horlogerie. Heureusement, ce style a continué son inscription sur le métal du cylindre qui était un peu plus élevé que le papier, de sorte que cette partie intéressante du diagramme n'a pas été perdue. La température du gaz se maintenait alors entre 46° et 47°, tandis que celle de l'air variait entre 13° et 19°, soit une différence de 28° à 34°. L'aérostat était ainsi transformé en une sorte de montgolfière.

» Pendant la descente, le gaz s'est refroidi très rapidement; au moment du contact avec le sol, il n'y avait plus que 35°,5, tandis que la température de l'air était de $+14°$. Nous avons constaté que le gaz continuait, après

l'atterrissage, à se refroidir, pour arriver à peu près à la température de l'air ambiant au bout de vingt minutes environ.

» La marche de l'hygromètre enregistreur intérieur a été la conséquence de la température élevée qui a régné dans l'aérostat. Il indique que le gaz était presque saturé au départ, 82°; à 1500$^m$ d'altitude, 21° seulement. L'hygromètre extérieur accuse 81° au départ, 92° dans les nuages, pour atteindre, avec de grandes oscillations, un minimum de 52° vers 1500$^m$. A terre, il y a 99°.

» Les deux diagrammes barométriques étaient absolument identiques. Il aurait fallu des enregistreurs d'une sensibilité extrême, dans le genre du statoscope, pour déceler les légères différences de pression qui doivent exister entre le gaz du ballon et l'atmosphère. Nous n'en avons reproduit qu'un seul.

» Ajoutons enfin que la couleur de notre aérostat était d'un brun clair, à peu près de la nuance d'un cigare de la Havane.

» Nous espérons, sous peu, pouvoir compléter ces expériences, en effectuant avec nos appareils plusieurs ascensions diurnes et nocturnes, dans des circonstances météorologiques variées et avec des aérostats de couleurs et de cubes différents. »

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

M. B.

---

## BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 10 décembre 1894.

*Bulletin de l'Académie de Médecine.* Séance du 4 décembre 1894. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

*Essai de Géographie générale,* suivi de *Tables se rapportant à la Géographie,* par Christian Granier; 1 vol. in-8°.

*Société de Géographie. Comptes rendus des séances,* 1894. Séance du 9 novembre 1894. Paris, Société de Géographie; 1 fasc. in-8°.

*Travaux du Laboratoire de* Léon Frédéricq. Tome IV. 1891-1892. Paris, J.-B. Baillière et fils.

*Archives néerlandaises des Sciences exactes et naturelles,* publiées par la

Société Hollandaise des Sciences, à Harlem, et rédigées par J. Bosscha, Secrétaire de la Société. Harlem, 1894. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 vol. in-8°.

*Catalogue of the coins of the Indian Museum*. Part. I. *The sultans of Dehli and their contemporaries*. Calcutta, 1894; 1 vol. in-8°.

*Analele institutului meteorologic al Romaniei publicate de* Stefan C. Hepites, Directorul institutului meteorologic si al serviciului central de mesuri si greutati ale Romaniei. Tomul VIII. Anul 1892. Bucuresti, F. Göbl fii. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1894; 1 vol. in-4°.

*Thirteenth annual report of the United States geological survey to the secretary of the interior* (1891-1892), by J. W. Powell, Director. In three Parts. Part. I : *Report of the Director*. Washington, 1892. Part. I : *Geology* (1890-1891). Washington, 1891. Part. II : *Irrigation* (1890-1891). Washington, 1891. — *Geology* (1891-1892). Washington, 1893. Part. III : *Irrigation* (1891-1892). Washington, 1893; 5 vol. gr. in-8°.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

# DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

---

### SÉANCE PUBLIQUE ANNUELLE DU LUNDI 17 DÉCEMBRE 1894,

PRÉSIDÉE PAR M. MAURICE LŒWY.

---

M. Lœwy prononce l'allocution suivante :

« Messieurs,

» Parmi les travaux innombrables, dont l'incessante production est un des caractères et non le moins frappant de notre époque, il en est qui, par leur importance exceptionnelle, méritent plus particulièrement d'attirer l'attention publique et qui sont destinés à laisser une trace profonde. Il est d'usage dans cette séance solennelle de vous signaler les découvertes qui semblent appelées à devenir des instruments de progrès général ou les faits qui ont imprimé à la pensée humaine une direction nouvelle.

» Mais l'année, ce court espace de temps si vite passé, que définit le retour des mêmes saisons, et qui semble se raccourcir à mesure que nous avançons en âge, peut-elle servir à marquer les étapes des progrès de nos connaissances? Une année! c'est vraiment trop peu, lorsqu'il s'agit du mouvement des idées, où la moisson ne suit pas de près les semailles et se fait parfois attendre pendant de longues générations.

» Il arrive ainsi qu'il y a des années en apparence vides : elles restent

inaperçues dans l'histoire des Sciences; mais ce sont les années où la terre se repose, où les germes se développent, se préparent à lever, les années de méditation, où les découvertes s'élaborent dans le silence et le recueillement. Et l'époque où une invention est publiée, acclamée, couronnée, n'en marque pas toujours la vraie date. Qui sait si cette année 1894, qui ne se distingue pas à première vue par d'éclatantes éclosions, ne nous a pas valu quelque belle conquête encore insoupçonnée, mais déjà prête à venir au jour?

» Pour faire concevoir cette possibilité, il suffit de rappeler l'étonnante série de découvertes dont nous avons été surpris et pour ainsi dire bouleversés, et qui constituent, en quelque sorte, la dot intellectuelle de la génération que nous voyons grandir autour de nous : analyse spectrale, théorie de la fermentation, téléphone, phonométrie, photographie céleste, photographie des couleurs, transport de la force à distance, analyse chimique aux températures de plusieurs milliers de degrés.

» Toutes ces nouveautés fécondes commencent à peine à porter leurs fruits, et ne peuvent manquer, l'expérience du passé nous rassure là-dessus, de susciter de nouveaux progrès encore plus brillants. Ne nous plaignons pas de cette absence apparente de grands événements scientifiques. Sachons plutôt mettre à profit cette trêve pour nous orienter, pour consolider nos acquisitions récentes, pour en faire jaillir toutes les conséquences, pour les étendre. En vain l'on voudrait se soustraire à l'obligation de ce travail d'analyse patiente et de maturation intellectuelle. Aucune des grandes découvertes n'a échappé à cette loi. Toutes ont passé par une phase plus ou moins longue de préparation obscure, toutes sont apparues à la lumière comme l'expression en quelque sorte nécessaire du mouvement intellectuel qui les a précédées, soit qu'elles aient rencontré dès leur début des contradictions ardentes et tenaces, soit que, venues avant l'heure, elles aient dû attendre des circonstances plus favorables à leur avènement. Mais le temps marche et travaille toujours en définitive pour la vérité, en faisant graduellement éclore les fruits de cette longue et laborieuse germination.

» C'est ainsi qu'à l'heure actuelle nous assistons au triomphe universel des idées de notre illustre Confrère, M. Pasteur. Chacun sait quelles résistances obstinées elles ont rencontrées, dès leur apparition, dans divers milieux et à quel point il a fallu, pour les faire prévaloir, accumuler les preuves les plus décisives. Aujourd'hui, cette opposition, que l'on pouvait croire irréductible, a dû céder devant l'évidence.

» Toutes les nations civilisées fondent des établissements destinés à propager l'application de ces méthodes célèbres, qui ont préservé tant de vies humaines, ou contribué, sous tant de formes, à développer la richesse publique, et les services impérissables rendus par notre Confrère à l'humanité sont attestés par la reconnaissance universelle. Y a-t-il rien de plus éloquent que ces luttes, encore présentes à toutes les mémoires, pour démontrer la force invincible que toute idée juste et féconde renferme en elle-même?

» Tout autre a été le sort des vues émises, il y a presque un demi-siècle, par notre Confrère, M. Fizeau, sur le mode de propagation des ondes lumineuses dans le mouvement des astres. Ces aperçus, si pleins de conséquences, sont demeurés bien des années ignorés et stériles, en attendant que des procédés d'investigation plus perfectionnés missent en évidence leur véritable efficacité.

» Déjà Doppler avait pensé que le déplacement des corps célestes pourrait se révéler par un changement de leur coloration, mais cette idée fort ingénieuse n'était pas susceptible d'être confirmée par l'expérience.

» Il était réservé à notre Confrère de donner un moyen véritablement certain pour accuser le mouvement d'une source lumineuse dans le sens du rayon visuel. Mais bien des progrès ont dû être réalisés avant que les physiciens fussent en état d'utiliser la méthode qui leur avait été suggérée depuis si longtemps. Chaque jour, on voit maintenant éclore quelque application nouvelle. Par elle, les astronomes sont aujourd'hui à même de savoir avec quelle vitesse les corps innombrables qui peuplent l'espace céleste s'approchent ou s'éloignent de nous; l'existence de satellites obscurs au voisinage de plusieurs étoiles a passé du rang de simple conjecture à l'état de vérité incontestée. Cette méthode si féconde nous fournit encore des indications précises et sur les lois des courants qui règnent dans l'atmosphère solaire et sur les violents mouvements éruptifs qui s'y accomplissent. Lorsque notre Confrère lisait, le 28 décembre 1848, son Mémoire devant la Société philomathique, qui aurait soupçonné le brillant avenir réservé à l'observation des faibles déplacements des raies spectrales?

» Dans un ordre d'idées différent, ce sont encore d'anciennes théories de M. Fizeau, sur le mode de production des franges d'interférences, qui ont mis à la disposition des physiciens un instrument de mesure d'une délicatesse extrême. L'application de ces méthodes, qu'il avait alors proposées, est devenue journalière. L'Astronomie de précision et la comparaison des étalons de longueur y trouvent un secours inestimable.

» Un exemple également frappant de ces conceptions profondes qui ont passé par une longue période d'incubation et qui tout récemment nous ont fait entrevoir les vastes conséquences qu'elles renferment est fourni par la théorie de Maxwell, un des plus grands penseurs de ce siècle. Ses travaux nous conduisent à envisager sous un aspect aussi remarquable qu'inattendu les phénomènes électriques. S'appuyant sur quelques idées conjecturales de Faraday, Maxwell avait entrepris de leur donner un corps et une expression mathématiques. Guidé par une sorte d'intuition divinatrice, il a créé de toutes pièces une doctrine d'une portée incalculable, mais qui, sous sa forme obscure et énigmatique, n'a pu réussir à convaincre les esprits et ne semblait même pas accessible au contrôle de l'expérience. Un physicien d'une haute originalité, prématurément enlevé à la Science, Henri Hertz, a su, par des procédés d'une ingéniosité merveilleuse, saisir les forces de la nature dans leurs manifestations les plus délicates et les contraindre pour ainsi dire à venir elles-mêmes témoigner en faveur des doctrines de Maxwell.

» On a vu entre ses mains des courants électriques interrompus de 100 à 1000 millions de fois par seconde donner lieu, dans cet intervalle de temps si court, à des phénomènes d'induction et d'interférence; la répercussion de ces courants est ainsi devenue observable, aussi bien dans les corps isolants que dans les substances conductrices, et l'on a pu constater qu'il fallait un temps appréciable à ces actions voltaïques pour franchir même l'étroite enceinte d'un laboratoire.

» Hertz est parvenu de cette manière à une vérification remarquable de l'hypothèse de Maxwell qui veut que les ondes électriques se propagent dans l'espace avec la vitesse de la lumière, c'est-à-dire de $300000^{km}$ par seconde, et empruntent, elles aussi, l'éther pour véhicule. Ainsi s'est évanouie sans retour la croyance longtemps entretenue d'après laquelle la transmission des effets électriques serait instantanée de même que celle de l'attraction universelle.

» Ce sera un honneur pour notre siècle d'avoir vu la raison humaine prendre ainsi possession d'un domaine nouveau et fécond, grâce à ce prodigieux travail de la pensée. Nous sommes dès maintenant en droit d'affirmer qu'entre la lumière et l'électricité malgré leurs manifestations en apparence si dissemblables, il n'existe d'autre différence que l'étendue plus ou moins grande des ondulations éthériennes qui les propagent et constituent leur seul mode d'action. Chacune des deux branches de la Science est désormais assurée de mettre à profit tous ses progrès qui seront effec-

tués dans l'autre. En voyant les innombrables métamorphoses de la matière inorganique et vivante, dues à ces deux agents physiques, s'accomplir uniquement par l'agitation d'un fluide impondérable, pouvons-nous ne pas admirer la sagesse profonde du plan dont la nature offre la réalisation.

» Ces premières expériences de Hertz, qui ont eu un grand retentissement dans tout le monde civilisé, ont trouvé dans les savants calculs de notre confrère M. Poincaré et dans les expériences aussi ingénieuses qu'exactes de MM. Blondlot, Sarasin et de La Rive, une confirmation qui ouvre aux théories nouvelles un champ d'investigation illimité. Si l'on réfléchit que la longueur moyenne des ondes lumineuses est à peine égale à trois dix-millièmes de millimètre et que la longueur des ondes électriques s'élève au chiffre relativement énorme de $30^{cm}$, comment ne pas être frappé d'une différence aussi radicale entre la grandeur des vibrations qui donnent naissance aux effets électriques ou lumineux! Ne semble-t-il pas que cette lacune immense doit être comblée par des ondulations d'une grandeur intermédiaire produites par des phénomènes encore inconnus, dont la nature et le mode d'action se révéleront aux physiciens de l'avenir? Oserait-on qualifier cette espérance de trop hardie, quand on considère les brillantes acquisitions réalisées depuis un siècle par la Philosophie naturelle?

» Gardons-nous donc de croire que le mouvement scientifique se soit ralenti, parce que nous n'avons pas eu de conquête éclatante à signaler. Des travaux importants s'élaborent en ce moment même autour de nous, dont il serait téméraire de vouloir dès aujourd'hui fixer le terme et mesurer la portée; mais les progrès accomplis sous nos yeux sont bien de nature à nous inspirer pleine confiance dans leur avenir. Déjà nous voyons surgir à l'horizon scientifique une nouvelle et brillante conséquence des doctrines de notre illustre Confrère, M. Pasteur. Bientôt, peut-être, nous devrons aux principes révélés par lui, et si heureusement mis en œuvre par ses disciples, la disparition de plusieurs des fléaux les plus redoutables qui affligent l'humanité.

» Mais si l'année, Messieurs, qui vient de s'écouler nous ouvre d'heureuses perspectives et nous permet de ressentir une légitime satisfaction, elle ne nous a pas non plus épargné les épreuves que la marche du temps nous réserve d'une manière inéluctable. Nous ne verrons plus, hélas! siéger parmi nous un trop grand nombre de chers et illustres Confrères, que

la mort nous a enlevés. Leurs noms viendraient d'eux-mêmes sur vos lèvres, si je ne me faisais pas votre interprète en cherchant à les faire revivre pour un instant devant vous. Dès les premiers jours de l'année, nous avons perdu un de nos plus anciens Membres : Edmond Fremy, né à Versailles le 28 février 1814. Fils d'un pharmacien distingué de cette ville, il reçut de son père ses premières leçons de Chimie. De même que nos illustres Confrères Balard et Dumas, il développa dans les humbles fonctions de manipulateur cette adresse naturelle qui devait plus tard lui faciliter tant de découvertes. Mais sa curiosité intellectuelle, son esprit attentif et laborieux ne tardèrent pas à l'entraîner dans la voie scientifique, et quand Pelouze, qui avait guidé ses premiers pas, quitta l'École Polytechnique pour le Collège de France, ce fut Fremy qui fut appelé à le remplacer.

En 1850, après la mort de Gay-Lussac, notre Confrère devint professeur au Muséum, où il suppléait son maître depuis plusieurs années. Le voilà donc, à 36 ans, heureux titulaire de deux chaires enviées. Sept ans après, il entrait à l'Académie, en attendant que la retraite de Chevreul vînt l'appeler à la direction du Muséum.

» Rares sont les carrières où, comme dans celle de Fremy, le mérite, dès qu'il se manifeste, se trouve immédiatement récompensé par le succès et par un avancement rapide.

» Fremy était un savant qui s'est acquitté noblement de sa tâche; il avait l'amour de la Chimie et plus il avançait en âge, plus son ardeur au travail augmentait; infatigable, levé de bonne heure, il courait à son laboratoire; c'était toujours avec la même impatience qu'il brisait ses creusets, avec les mêmes espérances qu'il essayait des réactions nouvelles, cherchant sans cesse, ne quittant pas un problème sans l'avoir éclairé de quelque lumière.

» Pour bien saisir l'importance de l'œuvre de Fremy, il faut se reporter à une cinquantaine d'années en arrière. A cette époque, la Chimie organique était dans l'enfance; en Chimie minérale il n'était pas question de lois et de généralités, la recherche scientifique était encore d'ordre descriptif; la préparation d'un corps bien cristallisé, d'une espèce définie, semblait plus utile que la discussion d'une question d'équilibre chimique ou l'étude thermique d'une réaction. Aussi les premiers travaux de notre Confrère sur les oxydes métalliques, sur le minium, sur l'acide ferrique, sur l'osmium, sur l'antimoine avaient-ils, à l'époque où ils ont paru, un caractère de véritable originalité; et, dès 1844, Fremy fut présenté en première ligne par la Section de Chimie à l'Académie des Sciences.

» Balard l'emporta sur lui de quelques voix, et Fremy dut attendre au 14 décembre 1857 pour appartenir à notre Compagnie. Avant comme après son élection, ses publications ne se ralentirent pas un seul instant. Il ne m'appartient pas de les juger, mais le monde scientifique n'a pas oublié cette curieuse reproduction des rubis qu'il nous a présentée, il y a quelques années à peine, ni ses beaux travaux sur les combinaisons du fluor, qui devaient plus tard conduire notre Confrère M. Moissan à isoler cet élément. Nous ne ferons que mentionner son importante découverte des cobaltamines, qui a été le point de départ de nombreuses préparations similaires; son étude sur l'ozone faite en collaboration avec Edmond Becquerel, sa belle découverte des sulfures décomposables par l'eau, ses études sur l'acier, sur les tissus et sur les fibres textiles des végétaux, sans compter d'autres recherches qu'il serait trop long d'énumérer aujourd'hui. Nous devons citer encore, parmi les publications d'ordre plus général, son Dictionnaire de Chimie qui fut longtemps le répertoire le plus autorisé de cette vaste science.

» Non content de servir la Science par son œuvre personnelle, Edmond Fremy a toujours cherché à répandre autour de lui l'enthousiasme scientifique qui l'animait. De là ses efforts multipliés pour créer un centre de recherches, un laboratoire d'où sont sortis de nombreux disciples dont quelques-uns sont aujourd'hui nos Confrères.

» D'une nature généreuse, tout en dehors et néanmoins très fine, Fremy se donnait corps et âme à la cause de jeunes savants dont il appréciait le mérite. Nul n'apportait plus de feu et d'adresse à défendre ceux qui combattaient à ses côtés. Je le vois encore, en face du Bureau, ses longs cheveux rejetés en arrière, le visage souriant, nous captivant tous quand il prenait la parole.

» J'arrive maintenant, Messieurs, à une période de sa vie, qui nous a inspiré une grande tristesse. Notre Confrère, à qui la fortune n'avait cessé de sourire, était aussi destiné à faire la dure épreuve de l'inconstance du bonheur humain. Vers l'âge de 76 ans, la maladie l'atteignait, et ce fut une douleur de tous les instants pour ce savant actif de sentir ses forces décliner, de voir que ses moyens ne répondaient plus à sa volonté. Puis vinrent des jours encore plus sombres.

» Mis à la retraite, il eut la douleur d'assister à la destruction d'une partie de son œuvre : il vit fermer ce laboratoire, qu'il n'avait pu créer qu'au prix de très nombreuses difficultés et dont l'existence lui tenait tant à cœur, et supprimer sa chaire, la plus ancienne de Paris, illustrée par tant

de noms fameux. Il en éprouva d'abord un étonnement douloureux. A ce chagrin succéda bientôt une misanthropie que vint augmenter encore la perte d'une compagne dévouée, et cet esprit, que nous avions connu brillant et enjoué, s'est éteint dans une solitude volontaire. Mais, si l'homme a disparu, les services si variés qu'il a rendus à la Science ne cessent pas de porter leurs fruits, et il appartient à l'Académie de se faire envers sa mémoire l'interprète de la reconnaissance publique.

» Peu de temps après, l'Académie des Sciences a aussi accompagné de ses regrets dans la tombe un de ses Membres libres, Confrère affable et obligeant, officier d'élite, écrivain militaire et inventeur distingué, le général Favé. Des études historiques sur tous les grands faits de guerre depuis le XVI[e] siècle ont amené le général à contribuer pour sa part aux progrès de la stratégie et de l'armement. Il fut l'inventeur d'un canon-obusier.

» On lui doit aussi des batteries flottantes, premier spécimen de ces navires cuirassés qui tendent aujourd'hui à remplacer tous les autres dans les flottes de guerre, enfin un fusil qui, par la légèreté et par le système d'obturation, surpasse tous les modèles antérieurs. Ainsi, quand il n'était pas l'inventeur définitif, le général Favé s'est montré du moins un grand précurseur. Il a d'ailleurs prouvé, sur le champ de bataille arrosé de son sang, qu'il savait mettre sa science au service du courage et du patriotisme.

» La perte de Brown-Séquard, suivant celle du général Favé, a été pour nous le coup le plus imprévu. Brown-Séquard est certainement une des figures les plus vivantes et les plus originales qui aient paru dans votre Compagnie. Dès ses débuts, il a su se faire une place à part dans la Science. Son nom, hautement apprécié des savants de France et de l'Étranger, restera aux yeux de la postérité attaché à une foule de recherches et à quelques découvertes capitales qui jettent un jour nouveau sur cet univers en miniature, si mystérieux et si utile à connaître : le corps humain.

» Notre Confrère a dans sa vie beaucoup expérimenté. Persuadé que la Physiologie est appelée à transformer les bases de la Médecine, il fut un des fervents apôtres des méthodes nouvelles et tous ses travaux ont eu pour but d'en montrer la merveilleuse efficacité. Il était né à l'île Maurice en 1817, d'un père américain et d'une mère française. Bien qu'il ait protesté plus d'une fois qu'il était Français d'origine, de cœur et de tendance, le climat de l'île où il a d'abord vécu, la nationalité de son père se révélaient

en lui par l'alliance d'une intelligence profonde, d'une volonté tenace et d'une imagination aventureuse. Nous y trouvons le secret de ses excursions incessantes à travers les pays et les idées.

» De bonne heure, il était venu à Paris ayant en poche un roman, œuvre de jeunesse, qui n'a pas rencontré, heureusement pour la Science, l'accueil qu'espérait son auteur. Détourné des Lettres, il devint agrégé de la Faculté de Médecine et se signala dès lors par son ardente curiosité, par ses vivisections, par les expériences qu'il faisait sur lui-même aux dépens de sa santé, au péril de ses jours. C'est ainsi qu'il retourna dans son île natale pour y étudier et pour y combattre une épidémie de choléra. Accessible à toutes les aspirations généreuses, nous le voyons se mêler aux fondateurs des phalanstères; républicain convaincu, il allait en Amérique et en Angleterre chercher la liberté, et il y trouvait la gloire. Après son retour en France, sa réputation de professeur et de physiologiste va toujours croissant. Il a le triple honneur de succéder en 1878 à Claude Bernard au Collège de France, en 1886 à Vulpian à l'Académie des Sciences, et l'année suivante à Paul Bert à la présidence de la Société de Biologie. Vous lui donniez le prix Lucas en 1882 et le prix de l'Institut trois années après.

» C'est lui qui a révélé au monde médical les lois nouvelles et fécondes des phénomènes inhibitoires et dynamogéniques, les doctrines inattendues sur l'entre-croisement des nerfs moteurs et sensitifs; il partage avec Claude Bernard la gloire de la découverte des vaso-constricteurs. Ses recherches sur l'épilepsie, sur l'excitation musculaire après la mort par l'injection du sang oxygéné et ses études sur la production d'accidents héréditaires ont eu un grand retentissement.

» Enfin un dernier travail, en 1889, livre son nom, déjà illustre, mais jusqu'alors surtout répandu dans les cliniques et les laboratoires, aux débats passionnés de l'opinion publique. L'inoculation hypodermique des liquides organiques n'est-elle qu'un de ces toniques que préconise à tout instant la mode, et dont elle fait pour un jour la fortune, ou sera-t-elle, dans la thérapeutique, le prélude d'une révolution analogue à celle qui au XVIII$^e$ siècle y introduisit les substances chimiques? Toujours est-il que ce traitement a conquis l'adhésion de plusieurs des plus hautes autorités scientifiques et mérité la reconnaissance d'une foule de malades.

» Ce qui est hors de discussion, c'est le grand exemple que Brown-Séquard a donné d'honnêteté scientifique et de désintéressement. Ses dé-

couvertes, il les a dues à un contrôle actif et indépendant des méthodes antérieures; ses théories, autant il les défendait avec une indomptable conviction, autant il se hâtait de les abandonner, si la témérité lui en était démontrée; ses expériences médicales, après en avoir comme épuisé le danger sur lui-même, il en a aussitôt rendu le bienfait accessible à tous, repoussant, en vrai savant, toute spéculation, dépensant au contraire ses ressources et sa peine pour accorder un secours plus prompt aux souffrances humaines.

» Bien qu'il ait plus étudié qu'écrit, il a laissé près de 500 publications diverses et Mémoires, et il nous semble que, par cette débordante activité, il a même un peu trop disséminé ses forces. Toutefois, à côté de Claude Bernard, notre Confrère, avec un tour d'esprit moins philosophique mais plus hardi, grâce à une intuition parfois déconcertante, est arrivé à des résultats destinés à entrer de plus en plus dans le domaine de la Science classique.

» L'explication de l'œuvre scientifique de Brown-Séquard, il faut la chercher dans la complexité intime de sa nature. Elle se présente pour nous, dans son ensemble, sous trois aspects différents : sa longue et infatigable activité a mis en lumière d'innombrables faits, jetant ainsi à pleines mains les semences dans les sillons du champ intellectuel; il est parti de là pour émettre des théories d'un caractère hardi et conjectural, et sur lesquelles il serait prématuré de porter dès maintenant un jugement. Mais, bien des fois aussi, son initiative a été couronnée d'un plein succès et ses brillantes hypothèses, vérifiées par l'expérience, ont pris rang parmi les acquisitions les plus sûres de la Physiologie.

» La sympathie attristée que la mort de notre Confrère a provoquée dans le monde entier et dont un des témoignages les plus touchants vous a été adressé par le Congrès physiologique réuni à Rome, atteste la renommée glorieuse et universelle de Brown-Séquard et fait ressortir toute l'étendue de la perte que sa disparition nous inflige.

» Mallard n'a appartenu que peu de temps à l'Académie des Sciences, où de longue date sa place était marquée; les années, qui lui ont été trop parcimonieusement mesurées, lui ont suffi pour laisser une trace profonde dans tous les ordres de recherches où sa lumineuse intelligence s'est exercée. Ses travaux d'ingénieur, ses études géologiques sur le terrain avaient révélé chez lui des aptitudes variées et brillantes. Mais son talent

a pris le plus large essor, du jour où il fut chargé de l'enseignement de la Minéralogie à l'École des Mines. En peu d'années, il a renouvelé la face de cette belle et difficile Science.

» Difficile, en vérité, car elle exige presque au même degré de ceux qui s'y livrent le talent de l'observation et celui de l'abstraction mathématique. « Que nul n'entre ici, s'il n'est géomètre, » inscrivait Platon sur la porte de son école. Nos philosophes modernes se montreraient, je crois, moins sévères. Mais les physiciens et les naturalistes tendent à rétablir pour leur compte, dans ses rigueurs, cette maxime de l'esprit antique. Ne semble-t-il pas d'ailleurs que la nature elle-même nous y invite en réalisant sous nos yeux, avec une perfection presque absolue, la ligne droite et le plan, ces pures fictions de l'entendement et en les faisant entrer comme éléments constitutifs dans la variété infinie des formes cristallines?

» Mais la vraie Science ne s'arrête pas à l'apparence extérieure : elle veut pénétrer le fond des choses, leur structure intime. Un pas décisif dans cette direction avait déjà été accompli par Bravais. Il est vrai que sa conception des réseaux et des édifices moléculaires fut jugée trop hardie par ses contemporains. Enlevé par une mort prématurée, Bravais n'a pu écarter toutes les objections qui lui étaient opposées. Mallard a donné à la doctrine de son prédécesseur une extension imprévue; il en a mis en lumière l'exactitude absolue et la haute portée.

» Comprendre dans une même théorie tous les faits cristallographiques n'était pas une chose facile. Autant les lois géométriques des formes cristallines sont simples dans leur principe, autant on les trouve souples et variées dans l'application. Les combinaisons irrégulières s'y rencontrent bien plus souvent que la symétrie parfaite. Une théorie complète doit en rendre compte. C'est ce que notre Confrère a fait en menant de front l'étude de la forme extérieure et celle des propriétés optiques. Son esprit puissant et lucide a forcé, pour ainsi dire, toutes les exceptions à rentrer dans les règles et à lui fournir des confirmations inespérées.

» Mallard ne se tenait pas toujours sur ces hauteurs, où un petit nombre de disciples choisis pouvait seul le suivre. La Stratigraphie, l'Archéologie lui doivent des découvertes remarquables. Membre de la Commission du grisou, de celle des substances explosives, il a poursuivi, au prix de réels dangers, des recherches expérimentales relatives à la sécurité des mines. Loin de nous la pensée que les rares facultés de notre Confrère auraient pu être mieux employées à des recherches spéculatives. N'hésitons pas à

compter comme un de ses meilleurs titres à notre souvenir le temps et les efforts qu'il a prodigués pour sauvegarder la vie d'humbles travailleurs.

» Dans notre Associé Hermann von Helmholtz, le monde scientifique a perdu une des plus vives lumières qui l'aient jamais éclairé. Il a terminé, le 8 septembre, à l'âge de 73 ans, une longue et laborieuse existence, embellie par les succès les plus durables. On trouvait en lui cette réunion rare des qualités intellectuelles qui seule peut expliquer la perfection et l'universalité de son œuvre.

» L'esprit du philosophe s'alliait en lui à l'imagination inventive du créateur. Il avait une compréhension rapide et merveilleuse, une curiosité irrésistible de pénétrer dans le fond même des choses. Doué du sens critique le plus sévère, il savait lui-même résumer ses travaux et les discuter avec rigueur.

» Il n'est guère possible de peindre en quelques mots cette personnalité si puissante et je ne puis ici qu'indiquer quelques-uns des traits principaux de sa vie.

» Fils d'un professeur de Philologie, Helmholtz est né le 31 août 1820, à Potsdam. Il est peut-être intéressant de rappeler ici que sa grand'mère était fille d'un émigré français, établi en Prusse à la suite de la révocation de l'édit de Nantes. Il débuta dans la carrière médicale et, grâce à son mérite exceptionnel, il obtint déjà, en 1855, une chaire de Physiologie et d'Anatomie à l'Université de Bonn; trois ans après, ses succès le conduisirent à Heidelberg et, en 1871, nous le voyons à Berlin, où il succède à Magnus. C'est alors que, pour lui procurer tous les moyens de travail, on créa à son intention un grand établissement de Physique. Il prit en dernier lieu la direction de l'Institut physico-technique de l'Empire d'Allemagne.

» Maniant les Mathématiques avec une souveraine perfection, familier avec les parties les plus diverses des Sciences de la nature, il était dès lors à même d'aborder les problèmes les plus complexes et de l'ordre le plus général. Déjà, comme jeune médecin, il s'était attaqué à une des questions les plus curieuses de la Philosophie naturelle. On croyait encore dans la première moitié de ce siècle, en dehors des phénomènes purement psychiques, à l'existence dans le corps humain d'une force vitale spéciale, capable de créer à elle seule, sans cause étrangère, de la chaleur et du mouvement et modifiant le jeu des forces ordinaires de la nature. C'est en

approfondissant cette doctrine que Helmholtz est arrivé à la conviction qu'elle devait être repoussée. Il a publié sur ce sujet un travail d'une immense portée, dans lequel, à côté de Robert Mayer et de Joule, il suit, dans toutes les transformations de la matière vivante ou inanimée, le principe de la conservation de l'énergie. Ce principe, établi par lui sur des considérations très élevées, constitue une des lois fondamentales de la Science moderne et sert aussi à rattacher à la Théorie mécanique de la chaleur la loi de Joule et celles des actions électrodynamiques.

» Dans le domaine de la Physiologie pure il a fait aussi une série considérable de travaux de toute nature. Un des premiers, il a fourni des méthodes ingénieuses et précises permettant de mesurer la vitesse de propagation des actions nerveuses. L'ophtalmoscope imaginé par lui est venu marquer une ère nouvelle pour l'étude des organes de la vue. Dans un autre ordre d'idées, il a fourni des preuves à l'appui de la théorie de Yung qui partage les nerfs de l'œil en trois catégories dont chacune ne possède qu'un seul mode de sensibilité, l'une d'elles étant appropriée à la perception du rouge, les deux autres à celle du vert et du violet. Le premier aussi, il a étudié la vision binoculaire et montré comment elle nous conduit à l'appréciation des distances. Plus qu'aucun autre avant lui, il a pénétré dans l'histologie de l'œil. Son esprit investigateur s'est exercé dans les sujets les plus divers du domaine de l'Optique. On lui doit une théorie ingénieuse de la dispersion anormale, ce singulier phénomène découvert par M. Le Roux dans la vapeur d'iode, où l'on voit le rouge plus réfracté que le violet.

» Le goût passionné de l'illustre savant pour la musique a exercé une influence décisive sur la direction de ses recherches qui ont embrassé la plupart des phénomènes acoustiques. La théorie physiologique de la musique fondée sur l'étude des sensations auditives a jeté une vive lumière sur ces faits d'un ordre si délicat. Non content d'analyser le timbre et l'harmonie des sons, il a cherché à rendre compte de la nature des impressions produites sur l'oreille et a été ainsi le créateur d'une nouvelle esthétique musicale. Son étude sur les tuyaux sonores ouverts et fermés démontre que l'effet d'un orifice libre peut exactement se remplacer par un allongement du tuyau vibrant. Ce travail célèbre a contribué à établir dans sa forme définitive la théorie de l'Acoustique.

» Dans toutes les branches essentielles de la Physique, il réalise quelques progrès marqués. L'Électrodynamique est le sujet de trois de ses Mémoires de la plus haute importance. L'auteur donne une expression du potentiel

mutuel de deux éléments qui comprend les lois de Weber, de Neumann et de Maxwell. Il fait aussi une étude approfondie de l'électricité dans les conducteurs à trois dimensions et dans les milieux magnétiques. Mais je suis forcé de m'arrêter devant l'innombrable quantité de travaux dus à l'universalité de son génie, qu'il faudrait énumérer. Je ne veux citer que son Mémoire sur le mouvement tourbillonnaire des liquides, véritable chef-d'œuvre d'Analyse mathématique, où il découvre des lois nouvelles de l'Hydrodynamique.

» Helmholtz s'en est allé après avoir fait véritablement l'usage le plus noble des facultés exceptionnelles dont il était doué. A peu d'hommes il a été donné d'exercer une action aussi étendue et aussi féconde. C'est une chose encore rare de voir alliées à un génie aussi puissant les plus précieuses vertus humaines. Son influence intellectuelle sera ressentie à travers les siècles dans le développement scientifique de tous les pays.

» Nous avions déjà l'espoir que le sort nous épargnerait de nouvelles rigueurs lorsque la mort récente de notre excellent Confrère Duchartre est venue nous causer une cruelle surprise. Malgré son âge avancé, nous comptions voir se prolonger longtemps encore cette vie égale et si heureuse. Notre Confrère a eu le rare privilège de reconnaître dès sa première jeunesse sa véritable vocation, de la suivre, d'y persévérer et d'y recueillir les succès les plus légitimes. Cette harmonie parfaite entre ses occupations et ses goûts a fait le charme de son existence : elle lui a fait accepter sans murmure les vicissitudes d'une situation exiguë et précaire où sa modestie l'a longtemps laissé. Il était né botaniste. La nature le captivait, et dans la nature le monde attrayant et délicat des plantes. Les plantes l'ont payé de retour. Nul mieux que lui n'a connu les plaisirs vifs et sains de l'herborisation matinale, de ces chasses inoffensives et fructueuses qu'il a si souvent poursuivies à travers les collines grises et douces du Languedoc, son pays natal.

» Confiné pendant six ans dans le village de Monsempron, réduit à un isolement intellectuel presque complet, il sut entretenir la vigueur de son esprit par un labeur incessant d'analyse et d'observation; de cette période obscure date le germe de plusieurs de ses recherches les plus admirées.

» C'était l'homme du travail assidu, chaque jour avait pour lui une tâche, apportant son résultat. Pendant un demi-siècle, il a su marcher avec le progrès, et sa clairvoyance supérieure lui a permis de frayer la voie à bien des découvertes. Ses études personnelles ont porté sur les sujets

les plus divers dans le vaste domaine de l'Anatomie, de la Physiologie végétale et de la Botanique descriptive; mais il a montré une préférence marquée pour les questions relatives au développement des plantes et aux déformations accidentelles qu'elles présentent. L'un des premiers il a reconnu la nécessité de remonter à l'origine des organes pour bien comprendre leur structure et leurs fonctions définitives.

» Dans son important Mémoire sur la Clandestine d'Europe, cette plante remarquable par sa végétation souterraine, il a jeté le fondement de l'Organogénie, cette méthode d'analyse féconde devenue aujourd'hui d'un emploi général. A la Tératologie il demandait la solution des questions que l'observation normale ne résolvait pas d'une manière certaine. Ce n'est pas ici le lieu d'analyser ses Notes et Mémoires si nombreux, qui font l'ornement des Recueils scientifiques, ou même d'énumérer les Volumes et les articles sortis de sa plume; mais il est impossible de ne pas rappeler ces expériences célèbres qui ont été effectuées dans le jardin de l'Institut agronomique et qui ont permis de combattre efficacement l'oïdium, ce fléau redoutable de la vigne. Ce sont là des titres éclatants; notre Confrère en a d'autres qui, pour être moins connus, ne sont pas moins considérables.

» Sous de frêles apparences, Duchartre révélait une organisation pleine de fraîcheur et d'énergie; il s'est tenu pendant près d'un demi-siècle au courant de toutes les publications qui concernent la Botanique et l'Agriculture. Grâce à cette vaste érudition et à la lucidité de son esprit, il a pu réunir en lui les mérites variés d'un chercheur original, d'un excellent écrivain, d'un professeur d'élite. Souvent entravé par des difficultés matérielles, il n'a pu suivre dans leurs conséquences toutes les idées neuves qu'il lui a été donné d'entrevoir. Beaucoup d'entre elles, semées par lui avec une générosité insouciante, ont fructifié en d'autres mains. Loin d'en ressentir quelque jalousie, il accueillait avec une bienveillance sans limites ceux qui avaient marché avec succès dans le chemin indiqué par lui.

» Peut-être, en raison de cette modestie si rare, ne saura-t-on jamais toute l'étendue des services rendus par Duchartre au monde savant et à la jeunesse studieuse. Pareille à la source discrète et cachée qui alimente un grand fleuve, la longue et active existence de notre Confrère s'est dépensée sans relâche à élever le niveau de la Science à laquelle il s'était voué tout entier.

» C'est presque à la veille de cette séance solennelle, que la mort est

venue nous ravir, coup sur coup, deux Confrères illustres à des titres bien différents. Ferdinand de Lesseps, notre doyen d'âge, a terminé sa longue et laborieuse carrière le 7 décembre au château de la Chesnaye. En maintes circonstances de notre vie académique, nous avons eu l'occasion d'admirer les puissantes qualités de notre Confrère, qui apparaîtra dans l'Histoire comme une des grandes figures de ce siècle. Tous nous avions subi le charme qui se dégageait de sa conversation entraînante; tous nous avons plus ou moins cédé à l'ascendant de son enthousiasme toujours jeune. Nul n'a porté plus loin que lui le talent de persuader et de séduire, don précieux — et redoutable à la fois — quand il est joint à un esprit d'entreprise hardi, à une volonté qui ne connaît pas d'obstacle; aussi, peu d'existences ont offert plus de brusques alternatives de succès éclatants et de revers inattendus.

Pendant bien des années, une popularité sans égale avait entouré sa personne et fait de lui comme l'incarnation du génie national; la postérité gardera, à tout jamais, de notre Confrère un glorieux souvenir : elle appréciera les bienfaits du travail grandiose, dont son irrésistible énergie a seule pu assurer le succès. L'Orient mis en communication directe avec l'Occident, des voies nouvelles assurées au commerce et à la civilisation sont des titres impérissables; mais l'honneur de cette œuvre rejaillit, pour une part, sur le pays qui a vu naître Ferdinand de Lesseps et qui lui a prêté un si persévérant concours.

» Dans notre associé P. Tcéhbichef, vice-président de l'Académie de Saint-Pétersbourg, nous perdons presque un Confrère dans le sens intime du mot. Son profond attachement pour notre pays se manifestait en toute circonstance. Dès que l'occasion s'offrait à lui, il s'empressait de venir en France pour participer personnellement à nos travaux. Ses visites à l'Académie, il aimait à le dire, comptaient pour lui parmi les plus vives satisfactions de sa vie scientifique.

» Les recherches de notre illustre Associé portent sur les parties les plus délicates de l'Analyse mathématique et sur quelques branches de la Mécanique appliquée. Ses études les plus célèbres sont relatives à la Théorie des nombres et aux formes quadratiques. Il n'est guère possible de faire comprendre en quelques mots la valeur de son œuvre, qui appartient au domaine des conceptions les plus élevées des Mathématiques pures.

» Nous garderons le souvenir de cette noble figure, de ce savant si

sympathique, que ses premiers essais avaient déjà placé au rang des géomètres véritablement créateurs et dont la longue carrière a si bien répondu à ses brillants débuts.

» La perte de tous ces hommes éminents, qui ont d'une manière si glorieuse contribué à augmenter l'éclat de notre Académie, nous inspire d'ineffaçables regrets; mais nous avons au moins la consolation de voir déjà leur œuvre se perpétuer. Parmi les Confrères qui ont eu le grand honneur de leur succéder et auxquels j'adresse le plus cordial salut de bienvenue, je reconnais plusieurs disciples de ces maîtres illustres. Jusque dans ces travaux que vous allez couronner tout à l'heure, nous retrouvons l'action féconde de leurs pensées; vous verrez que cette année, aussi bien que les années précédentes, vos concours ont provoqué un mouvement considérable d'idées et de recherches.

» En présence, Messieurs, des bienfaits de cette activité intellectuelle toujours encouragée, toujours soutenue par notre Académie, devant le spectacle de ces prix décernés à l'intelligence, à l'opiniâtreté du travail, il me semble impossible de maîtriser un sentiment d'orgueil et de satisfaction. Où trouverons-nous, en effet, une si vive sollicitude pour le progrès d'où qu'il vienne et n'est-ce pas dans toute la terre civilisée que vos récompenses suscitent l'émulation la plus noble et la plus efficace? Vos lauréats, dont le plus grand honneur est d'être distingué par vous, sont des savants de tous les pays. Ne faites-vous pas ainsi la propagande la plus sûre pour le succès des idées de paix et de concorde qui doivent préparer l'union de toutes les familles humaines, ce but essentiel de la civilisation, aujourd'hui rêve sublime de quelques cœurs généreux, demain, sans doute, aspiration commune de toutes les volontés. Et c'est assurément à ce libéralisme éclairé, à cette haute impartialité, que jamais le cours des événements n'a pu fléchir, qu'il faut attribuer en partie l'universel prestige exercé par l'Institut de France. Restons donc attachés, avec une fidélité inébranlable, à ces grandes pensées de nos fondateurs, et efforçons-nous, Messieurs, de leur donner un développement toujours plus généreux. »

La parole est à M. Berthelot, pour faire connaître les prix décernés par l'Académie.

---

# PRIX DÉCERNÉS.

## ANNÉE 1894.

## GÉOMÉTRIE.

### GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

(Commissaires : MM. Picard, Poincaré, Jordan, Hermite; Darboux, rapporteur.)

L'Académie avait indiqué aux concurrents le sujet suivant :

*Perfectionner en un point important la théorie de la déformation des surfaces.*

Cinq Mémoires ont été envoyés au concours. La Commission en a distingué deux qui lui paraissent notablement supérieurs aux trois autres.

L'auteur du Mémoire n° 1 rappelle que la détermination des surfaces admettant un élément linéaire donné se ramène à l'intégration d'une équation aux dérivées partielles du second ordre, dont l'étude directe n'a pas permis jusqu'ici d'obtenir un résultat de quelque importance dans la théorie de la déformation. Il se propose donc de chercher par une voie différente de toutes celles qui sont connues, une réduction nouvelle du problème à l'intégration d'une équation aux dérivées partielles du second ordre, et il atteint le but qu'il s'est proposé à l'aide d'une méthode qui nous a paru extrêmement ingénieuse, bien que les principes sur lesquels elle repose ne soient pas complètement mis en évidence par l'exposition. Après avoir formé cette équation aux dérivées partielles, l'auteur du Mémoire cherche dans quels cas elle admet des intégrales intermédiaires du premier ordre. Il retrouve ainsi le cas connu des surfaces applicables sur

le paraboloïde de révolution et des développées des surfaces minima. Mais du moins il y parvient par une méthode régulière et l'application des théories connues relatives à l'intégration des équations aux dérivées partielles. La Commission, à l'unanimité, décerne à ce Mémoire le grand prix des Sciences mathématiques.

Le Mémoire n° 3 cherche surtout à mettre en évidence les propriétés des lignes conjuguées qui se conservent dans la déformation. Quelques-unes des propriétés générales indiquées par l'auteur ne sont pas absolument nouvelles; d'autres, au contraire, notamment celles qui reposent sur l'emploi de la géométrie à quatre dimensions, nous paraissent mériter d'être poursuivies et développées. Parmi les résultats obtenus, nous signalerons plus particulièrement la détermination de tous les couples de surfaces applicables satisfaisant à certaines conditions géométriques données à l'avance, de ceux par exemple pour lesquels les normales aux points correspondants des deux surfaces forment un angle constant.

La Commission accorde une mention honorable à l'auteur du Mémoire n° 3.

M. le Président ouvre en séance le pli cacheté annexé au Mémoire n° 1 qui porte la devise *Sœpe stilum vertas*.

L'auteur du Mémoire couronné est M. le Dr **Julius Weingarten**.

L'auteur du Mémoire n° 3 qui a obtenu une mention très honorable et porte la devise *Analyse, continuité, génération*, est M. **C. Guichard**, professeur à la Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand.

## PRIX BORDIN.

(Commissaires : MM. Darboux, Lévy;
MM. Poincaré, Picard, Appell, rapporteurs.)

L'Académie avait mis au concours la question suivante :

*Étude des problèmes de Mécanique analytique admettant des intégrales algébriques par rapport aux vitesses et particulièrement des intégrales quadratiques.*

Quatre Mémoires ont été présentés au concours.

Le Mémoire n° 4 portant pour devise quatre vers allemands, a dû être

écarté, bien que l'auteur y ait fait preuve d'un esprit ingénieux; car il traitait un sujet qui ne se rapportait qu'indirectement à la question proposée.

Les Mémoires nos 1, 2, 3 ont été retenus par la Commission.

Dans la première partie du Mémoire inscrit sous le n° 3, sont développés des théorèmes d'un caractère très général, offrant un grand intérêt analytique; ils sont relatifs aux intégrales premières d'un système d'équations de Lagrange

$$\text{(A)} \qquad \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial x^i}\right) - \frac{\partial T}{\partial x_i} = Q_i(x_1, x_2, \ldots, x_n), \qquad (i = 1, 2, \ldots, n).$$

Les intégrales premières dont on veut faire la recherche sont supposées être des fonctions données des paramètres, de leurs dérivées $x'$ et de $k$ lettres $L_1, \ldots, L_k$ qui sont des fonctions inconnues des $x$. Il s'agit d'étudier la nature des équations permettant de déterminer ces fonctions L, quand elles existent. Bornons-nous, pour donner une idée des résultats obtenus, aux cas les plus simples quoique déjà suffisamment généraux. En premier lieu, on ramènera toujours la recherche des intégrales entières et de degré donné par rapport aux vitesses à l'intégration d'une équation linéaire ordinaire. La recherche des intégrales rationnelles et de degrés donnés au numérateur et au dénominateur présente beaucoup plus de difficultés; elle dépend d'une équation différentielle ordinaire dont les intégrales ont leurs singularités fixes en dehors des pôles. Il est bien remarquable de voir intervenir ici tout naturellement une classe d'équations différentielles, qui a déjà fait l'objet de divers travaux, mais qui ne s'était présentée encore dans aucune application. On sait d'ailleurs que les difficultés d'intégration de ces équations sont bien différentes suivant que les constantes peuvent être ramenées ou non à figurer algébriquement dans l'intégrale générale. L'auteur montre que l'on pourra reconnaître, par des calculs algébriques, si l'on se trouve dans le premier cas, et alors le problème proposé se ramène à une équation linéaire.

Il est utile de comparer les intégrales du système proposé avec celles du système sans forces, c'est-à-dire où les Q sont nuls. Nous trouvons d'abord cette première remarque que, si l'on sait déterminer toutes les intégrales entières de degré $\nu$ et de degré inférieur du système sans forces, on pourra déterminer les intégrales d'ordre $\nu$ du système (A), quels que soient les Q, cela sans intégration si le degré est impair, et par quadratures s'il

est pair. Un théorème analogue est établi pour le cas des intégrales rationnelles, avec cette différence toutefois que la détermination des intégrales rationnelles du système avec forces exige, en général, la connaissance de toutes les intégrales rationnelles du système sans forces.

De ces propositions résultent des conséquences importantes. D'après ce que nous avons dit plus haut, le seul cas facilement accessible est celui où les constantes entrent algébriquement dans l'intégrale générale d'une certaine équation différentielle. On sera assuré que cette circonstance se présente dans la recherche des intégrales rationnelles du système proposé, si elle se rencontre pour le système sans forces. Citons notamment les cas où la force vive dépend algébriquement des $x$ et où les géodésiques correspondantes sont algébriques. On obtient ainsi des exemples étendus où la recherche des intégrales rationnelles et, par suite, des intégrales algébriques peut être systématiquement effectuée. Appliquant ces généralités à la recherche des intégrales du problème des $n$ corps, algébriques par rapport aux vitesses, l'auteur est conduit à la conclusion qu'elles ne peuvent être distinctes des intégrales connues. Il généralise ainsi un théorème de Bruns, qui était arrivé à un résultat analogue, mais en supposant les intégrales algébriques non seulement par rapport aux vitesses mais aussi aux coordonnées, théorème auquel M. Poincaré avait déjà donné une grande extension dans une direction différente.

Nous insisterons moins sur la deuxième Partie du Mémoire, qui se rattache à des problèmes dont des cas particuliers ont fait dans ces dernières années l'objet de nombreuses études. Prenant un système quelconque d'équations différentielles du second ordre où la variable $t$ ne figure pas explicitement, l'auteur se propose de reconnaître si ces équations définissent les mêmes trajectoires qu'un système convenablement choisi d'équations de Lagrange. Il suppose même d'abord que dans celles-ci la fonction T puisse être une fonction quelconque des $x'$ et examine ensuite le cas de la Mécanique où T est quadratique. Dans cette étude, qui se recommande par l'élégance des méthodes employées, deux cas sont à distinguer suivant que les trajectoires dépendent de $2n-1$ ou de $2n-2$ constantes arbitraires. Les cas les plus intéressants sont ceux où les trajectoires correspondent à plusieurs systèmes d'équations de Lagrange; il y a d'ailleurs toujours dans ce cas des intégrales quadratiques, et c'est ains que cette seconde Partie se rattache à la question mise au concours.

Le troisième Chapitre est consacré particulièrement aux systèmes de Lagrange *correspondants* et aux groupes de transformations des trajectoires. L'énumération de tous les systèmes à deux paramètres qui sont correspon-

dants s'y trouve faite en détail, et le Mémoire se termine par l'étude des systèmes correspondants d'une forme spéciale pour un nombre quelconque de paramètres.

Ce qui précède montre suffisamment l'intérêt du travail considérable que nous venons d'analyser sommairement. La Commission a été particulièrement frappée de l'originalité de la première Partie où l'auteur étudie de la manière la plus heureuse les équations de la Mécanique en se plaçant au point de vue de la théorie des fonctions; elle est unanime à accorder le prix Bordin au Mémoire inscrit sous le n° 3, et portant pour devise : *Ne point détourner les yeux des choses tant qu'elles ne nous sont pas apparues comme neuves.*

Le Mémoire n° 2, portant pour devise une maxime de La Bruyère, se divise en deux Parties bien distinctes.

Dans la première l'auteur étudie les rapports des équations de la dynamique avec un certain système linéaire assez compliqué, et il arrive ainsi à quelques résultats qui ne sont pas sans intérêt, quoique l'introduction de ce système linéaire puisse paraître un peu artificielle.

La seconde Partie a surtout attiré l'attention de la Commission.

Il y a quelques années, le prix Bordin était décerné à M^me^ Kowalevski qui avait découvert un nouveau cas d'intégrabilité dans le problème du mouvement d'un corps pesant autour d'un point fixe.

Peu de temps après, l'éminente mathématicienne annonçait à plusieurs savants qu'elle avait trouvé une infinité d'autres cas intégrables; mais elle mourut sans avoir publié son Mémoire et l'on ne retrouva rien à ce sujet dans ses papiers; on n'avait que de vagues indications sur la méthode employée et cette importante découverte menaçait d'être perdue pour la Science.

L'auteur du Mémoire n° 2 s'est proposé de retrouver ces résultats et il a pu énoncer sous une forme simple et élégante les conditions nécessaires et suffisantes pour que le problème admette une quatrième intégrale algébrique.

Il resterait à former effectivement cette intégrale et à étudier ses propriétés; mais le résultat obtenu n'en conserve pas moins une grande importance.

La Commission accorde une première mention honorable à l'auteur de ce Mémoire qui porte pour devise : « Il y a plus d'outils que d'ouvriers et de ces derniers plus de mauvais que d'excellents. »

L'auteur du Mémoire n° 1 s'est borné au mouvement d'un point matériel dans le plan et dans l'espace, en supposant que les forces dépendent des seules coordonnées, sans dériver d'un potentiel. Ses recherches se divisent en deux parties, suivant que les intégrales considérées sont ou ne sont pas indépendantes du temps.

Pour le mouvement plan, on sait que M. Bertrand a déterminé les lois de forces qui assurent l'existence d'une intégrale quadratique indépendante du temps. L'auteur, poursuivant ces recherches, détermine les lois de forces qui assurent l'existence de deux ou trois intégrales quadratiques; il résout complètement le problème en montrant que, par une transformation homographique, on peut le ramener à la recherche des fonctions de forces pour lesquelles il existe une ou deux intégrales quadratiques, outre celle des forces vives; ces fonctions de forces sont celles qui ont été données par Liouville. Pour le mouvement dans l'espace, l'auteur généralise les résultats de M. Bertrand et une partie des siens; puis il résout le problème de trouver toutes les fonctions de forces propres à assurer l'existence de deux intégrales quadratiques en involution : cette question comprend tous les problèmes de mouvement d'un point matériel que la méthode de Liouville et la méthode récente de M. Stäckel permettent d'intégrer.

Considérant ensuite, pour un mouvement plan, le cas des intégrales linéaires ou quadratiques *contenant le temps*, l'auteur partage ces intégrales en deux genres, suivant qu'elles contiennent le temps sous forme algébrique ou transcendante. Il détermine toutes les lois de forces pour lesquelles il existe une ou plusieurs intégrales de l'un ou de l'autre genre; pour le second genre, la solution du problème est ramenée à l'intégration d'une de ces équations différentielles ordinaires du premier ordre et du premier degré, dont M. Darboux a donné la théorie, et qui s'intègrent à l'aide d'un certain nombre de solutions particulières.

La Commission décerne une deuxième mention honorable à ce Mémoire n° 1, portant pour devise :

Au soleil couchant,
Toi qui vas cherchant
Fortune,
Prends garde de choir;
La terre, le soir,
Est brune.

M. le Président ouvre en séance le pli cacheté annexé au Mémoire n° 3.

L'auteur du Mémoire couronné est M. **Paul Painlevé**.

L'auteur du Mémoire n° 2, qui a obtenu la première mention honorable, est M. **Liouville**.

L'auteur du Mémoire n° 1, qui a obtenu la seconde mention honorable, est M. **Elliot**.

### PRIX FRANCOEUR.

(Commissaires : MM. Darboux, Hermite, Poincaré, Picard; Bertrand, rapporteur.)

A l'unanimité la Commission décerne le prix Francœur à M. **J. Collet**.

### PRIX PONCELET.

(Commissaires : MM. Hermite, Darboux, Poincaré, Sarrau; Bertrand, rapporteur.)

A l'unanimité la Commission décerne le prix Poncelet pour l'année 1894 à M. **H. Laurent**, pour l'ensemble de ses travaux mathématiques.

## MÉCANIQUE.

### PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS.

(Commissaires : MM. de Bussy, Bouquet de la Grye; de Jonquières, Sarrau, Guyon, rapporteurs.)

La Commission du Prix extraordinaire de *six mille francs* accorde à M. **Leblond**, pour ses travaux sur l'électricité, un prix de *deux mille francs*;

A M. le commandant **Gossot**, pour la détermination de la vitesse des projectiles par les phénomènes sonores, un prix de *deux mille francs;*

A M. le commandant **Jacob**, pour son étude sur les effets balistiques des poudres nouvelles, un prix de *quinze cents francs;*

A M. **Souillagouët**, pour son Recueil de Tables du point auxiliaire, un prix de *cinq cents francs.*

*Rapport de M.* **de Jonquières**, *sur l'Ouvrage, en cinq volumes in-4°, présenté à l'Académie par* M. Leblond, *professeur à l'École des officiers torpilleurs, à Toulon.*

L'un de ces cinq volumes, intitulé *Cours élementaire d'électricité,* est destiné à l'instruction des mécaniciens et des premiers maîtres torpilleurs, appelés par leurs fonctions à conduire les *dynamos* établies à bord des navires de guerre de la Flotte. Il est fort apprécié à l'École des mécaniciens de Toulon, où il est en usage.

Des quatre autres volumes, destinés à l'instruction des officiers, trois portent le titre de *Cours d'électricité expérimentale et pratique;* le dernier, qui est le plus récent, celui de *Les moteurs électriques, à mouvement continu.* Ils sont composés surtout en vue des applications de l'électricité à la Marine et à la défense des côtes. L'auteur y expose, avec tous les détails désirables pour leur objet : les théories générales de l'électricité et du magnétisme; le système des unités électriques; la description raisonnée des instruments, leur usage et leur vérification; la mesure des résistances, des conductibilités, de l'intensité des courants, des quantités d'électricité, des forces électro-motrices et des différences de potentiel; les machines électriques, la distribution de l'énergie électrique, etc. La lumière électrique, employée pour l'éclairage des navires et pour la surveillance extérieure, occupe la presque totalité du deuxième fascicule du troisième volume; la téléphonie y fait suite.

Le quatrième volume traite, avec les développements utiles : des moteurs électriques, des divers modes de leur excitation et des propriétés qui en dérivent, de leur étude expérimentale par le calcul et par les *courbes caractéristiques* qui en sont la représentation graphique, des moyens de gouverner les électromoteurs, de la navigation électrique sous-marine, enfin de l'établissement d'un projet de moteur électrique devant satisfaire à une fonction déterminée.

Pour remplir ce vaste programme, M. Leblond ne s'est pas borné à approprier aux besoins spéciaux de la marine, dans les ateliers des arsenaux ou à bord des navires, les données recueillies, avec intelligence et méthode, dans les ouvrages théoriques ou pratiques de ses devanciers. Ses livres contiennent, en sus, des recherches et des résultats personnels qui en facilitent l'application dans la marine. De ce nombre sont :

Les propriétés de la pile Poggendorff, employée pour la mise en feu des torpilles *vigilantes*; la mesure de la résistance de la mer; l'induction tellurique; les détails opératoires permettant à tout officier d'effectuer sans erreur les mesures électriques, et dont plusieurs ont été modifiés ou créés par M. Leblond, dans ce but; la détermination des constantes et des coefficients des ampèremètres et voltmètres usités dans le service des torpilles; la mesure de l'isolement des conducteurs et de la résistance des amorces; la localisation d'un défaut d'isolement; la conduite des accumulateurs; le réglage et les conditions de stabilité d'un arc voltaïque; l'étude, en plusieurs points originale, des moteurs en dérivation; l'application, descriptive et raisonnée, des moteurs électriques employés dans la marine.

Comme savant, M. Leblond, ancien élève de l'École Normale supérieure, a étendu, dans quelques directions, le domaine de l'électricité; comme professeur, il en a facilité l'accès aux officiers de marine. A ce dernier titre, particulièrement, il a été très apprécié par les commandants de l'École des torpilles qui ont rendu hommage à son savoir, à son zèle et à son dévouement. Plusieurs d'entre eux, aujourd'hui contre-amiraux, n'hésitent point à affirmer que si les machines électriques fonctionnent régulièrement à bord, c'est en grande partie parce que les officiers qui en ont la haute direction, formés par son enseignement, possèdent aujourd'hui des règles précises pour la meilleure utilisation du matériel spécial, de plus en plus important, employé à bord.

Par ces motifs, qui rentrent bien dans la destination du « Prix extraordinaire », la Commission décerne à M. **Leblond** un prix sur la somme dont l'Académie dispose à ce titre.

*Rapport sur les travaux de M.* Gossot, *chef d'escadron d'artillerie de marine,* par M. **Sarrau**.

Les expériences de tir faites, dans ces dernières années, par l'École de tir du camp de Châlons et la Commission de Gavre, ont appelé l'attention

sur un phénomène intéressant. Lorsque la vitesse d'un projectile est supérieure à celle du son, un observateur placé dans le plan de tir perçoit d'abord, quand le projectile passe à proximité de sa position, un bruit intense, d'une durée inappréciable, comparable à celui d'une détonation et qui semble émaner du projectile lui-même. Quelques instants après, l'observateur perçoit un second bruit, sourd, d'une durée appréciable et qui semble émaner de la bouche de l'arme.

Ce phénomène a été étudié successivement par M. le commandant Journée (1887) et par M. le commandant de Labouret (1888). M. le professeur Mach, de l'Université de Prague, l'a expliqué en remarquant que le mouvement du projectile dans l'air y produit une onde condensée analogue au sillage laissé par un navire à la surface d'une eau tranquille et, en fait, cette onde est visible sur les photographies que M. Mach a obtenues de projectiles en mouvement dans l'air. C'est lorsque cette onde passe par l'oreille de l'observateur que celui-ci entend le bruit du projectile. Il existe en outre une onde sphérique ordinaire qui se propage, avec la vitesse du son, à partir de la bouche de l'arme; c'est elle qui produit le second bruit, venant de la pièce.

M. le commandant Gossot a eu l'idée très ingénieuse d'utiliser ce phénomène pour la détermination des vitesses des projectiles ([1]).

Dans le procédé ordinairement usité, pour mesurer la vitesse en un point de la trajectoire, on dispose de part et d'autre de ce point deux cadres-cibles garnis de fils métalliques faisant partie de circuits électriques. Le projectile rompt successivement les courants en traversant les cibles et un chronomètre spécial fournit le temps $\theta$ qui s'écoule entre les deux ruptures; en appelant $d$ la distance des cadres, la vitesse moyenne du projectile est donnée par la relation $v\theta = d$.

Dans le procédé imaginé par M. Gossot, les courants sont rompus, non par le projectile, mais par l'onde qu'il produit. A cet effet on dispose dans le plan du tir, ou à proximité de ce plan, deux appareils spéciaux devant jouer, par rapport au chronomètre, le même rôle que les cadres; l'interruption du courant est produite, par exemple, dans chacun de ces appareils, à l'aide d'une membrane métallique que le passage de l'onde met en vibration.

On peut mesurer ainsi le temps $\theta$ qui s'écoule entre les passages succes-

---

([1]) *Mémorial de l'Artillerie de la Marine*, t. XIX, 1891.

sifs de l'onde en deux points de position connue et il reste à voir comment on peut en déduire la vitesse en un point correspondant de la trajectoire. M. Gossot donne à cet effet des formules où interviennent, dans le cas général des vitesses restantes, les méthodes d'approximation usitées dans le calcul ordinaire des trajectoires. Dans la détermination des vitesses initiales, que l'auteur a seule étudiée complètement, ces formules deviennent très simples et indépendantes de toute hypothèse sur la loi de la résistance de l'air.

En supposant que les deux interrupteurs soient placés sur une même horizontale et dans le plan de tir, la vitesse initiale est donnée par les relations

$$v = \frac{a}{\cos\varphi}, \qquad \cos(\varphi - \tau) = \frac{a\theta}{d},$$

$a$, $\tau$, $d$ désignant respectivement la vitesse du son, l'angle de tir et la distance des interrupteurs. Si l'on suppose $\tau = 0$, ces relations donnent $v\theta = d$; les interrupteurs fonctionnent alors comme des cadres placés aux mêmes points.

De nombreuses expériences ont été faites à Gavre, avec des canons de différents calibres, pour comparer cette méthode et la méthode ordinaire des cadres; elles ont montré que les différences entre les résultats de ces deux méthodes sont tout à fait négligeables. D'autres expériences ont démontré l'identité des résultats obtenus dans le tir sous divers angles.

A la suite de ces vérifications, le nouveau procédé est entré dans la pratique courante des expériences. Il a, sur le procédé ordinaire des cadres, un avantage considérable : avec ce dernier procédé, lorsqu'on cherche la vitesse initiale d'un projectile, on est conduit à faire un tir *spécial* pour cette détermination qui exige que l'angle de tir ne dépasse pas un ou deux degrés. Un tir de cette espèce ne donne que la vitesse et l'on doit faire d'autres expériences pour déterminer, sous des angles de tir variables, les éléments balistiques qui servent à établir les Tables, en admettant que ces éléments correspondent à la vitesse mesurée antérieurement.

Le procédé de M. Gossot, qui déduit la vitesse initiale d'un tir effectué sous un angle quelconque, permet de faire concourir tous les tirs balistiques à la recherche de la vitesse et de tenir compte ainsi de la modification qu'a pu subir le lot de poudre employé pendant la durée, souvent assez longue, des expériences. Il en résulte plus d'exactitude et en outre, dans

certains cas, la réduction au minimum du nombre des expériences qui, dans l'état actuel de l'artillerie, sont fort coûteuses, surtout pour les gros calibres.

En résumé, le travail de M. **Gossot** a rendu un service à la Science navale en apportant à la balistique expérimentale de nouvelles et importantes ressources.

La Commission propose de récompenser ce travail en lui attribuant un prix sur les fonds alloués par le Ministère de la Marine.

*Rapport sur les travaux de M.* Jacob, *chef d'escadron d'artillerie de marine,* par M. **Sarrau**.

Il importe beaucoup à l'Artillerie d'avoir des formules pour calculer, à l'avance, en fonction de toutes les variables du tir, la vitesse et la pression maxima réalisées dans une bouche à feu. Ces formules existent pour l'ancienne poudre noire; elles permettent, soit d'apprécier les effets que l'on obtient en modifiant les conditions de chargement d'une bouche à feu existante, soit de déterminer les dispositions intérieures, les conditions de chargement et la poudre à adopter, dans une pièce projetée, pour obtenir, avec des valeurs déterminées du calibre et du poids du projectile, une vitesse initiale et une pression maximum déterminées.

L'extension de ces formules à l'emploi des nouvelles poudres est-elle légitime? Telle est la question que s'est posée M. le commandant **Jacob**. Il en a cherché la solution en se servant des résultats d'expériences exécutées à Gavre, avec un canon de $16^{cm}$, dans des conditions où tous les éléments du tir ont varié entre des limites extraordinairement étendues; il a trouvé que les formules ne représentaient pas ces résultats avec exactitude.

Il a, de plus, cherché la cause de ces discordances et il l'a trouvée par la considération d'une circonstance que présente la combustion des charges de poudre, lorsqu'elle s'effectue sous une pression variable. La vitesse avec laquelle se fait la décomposition de l'explosif cesse alors d'être constante; elle croît avec la pression et il en est tenu compte, dans l'établissement des formules, en admettant qu'elle est proportionnelle à une puissance $\alpha$ de la pression. L'exposant $\alpha$ figure, indéterminé, dans les formules générales, et on lui a attribué la valeur particulière $\frac{1}{2}$ dans les formules de la poudre noire.

M. Jacob a vu que le sens des discordances indiquait que la valeur de cet exposant était supérieure à $\frac{1}{2}$ pour les poudres nouvelles; il s'est servi

des vitesses et des pressions, mesurées dans des circonstances variées, pour en déterminer la valeur, et il a été amené à adopter la valeur $\frac{3}{4}$.

M. Vieille avait examiné la même question par une voie bien différente; il avait étudié directement, avec le manomètre enregistreur, la combustion des explosifs dans une éprouvette close, et il a trouvé ainsi une valeur de $\alpha$ voisine de $\frac{1}{2}$ pour les poudres noires, voisine de $\frac{2}{3}$ pour les poudres nouvelles. Sans être absolue, la concordance des résultats est fort remarquable, eu égard à l'extrême difficulté des déterminations; elle justifie, dans tous les cas, la modification que M. **Jacob** a introduite dans les formules.

Ayant ainsi déterminé leur forme, il en a déterminé les coefficients de manière à les rendre numériquement applicables; il en a fait ensuite d'importantes applications à la pratique du tir.

Ce travail est considérable; il a exigé des calculs longs et pénibles que l'auteur a conduits avec une grande habileté. Les résultats obtenus permettent de calculer, avec une approximation qui semble suffisante, les effets balistiques des nouvelles poudres et de diminuer ainsi le nombre d'expériences fort coûteuses.

Un progrès important est donc réalisé et la Commission propose d'en récompenser l'auteur en lui attribuant un prix sur les fonds alloués par le Ministère de la Marine.

*Rapport de M.* **Guyou**, *sur les travaux de M.* Souillagouët.

M. **Souillagouët**, ancien enseigne de vaisseau, actuellement professeur d'Hydrographie, est l'auteur d'un recueil de Tables, intitulé *Tables du point auxiliaire*, destiné à faciliter la résolution numérique du problème du point.

Ces Tables, qui ont été en grande partie calculées par lui-même, sont le résultat d'un travail considérable, et un résultat doublement utile, car, outre les simplifications qu'elles apportent au calcul du point, elles donnent à vue la solution d'un grand nombre de problèmes d'ordre secondaire que l'on a fréquemment à résoudre en navigation.

Les *Tables du point auxiliaire* peuvent aussi être considérées comme Tables du triangle sphérique rectangle et, à ce point de vue plus général, rendront encore de grands services.

La Commission, en considération des commodités nouvelles qu'ap-

portent ces Tables aux officiers de marine, pour l'accomplissement d'une partie de leur tâche, croit devoir proposer à l'Académie d'accorder à leur auteur un prix sur les fonds du Prix extraordinaire.

## PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Resal, Sarrau, Boussinesq, Léauté; Maurice Lévy, rapporteur.)

La Commission du prix Montyon (Mécanique) décerne le prix à M. **Bertrand de Fontviolant**, pour l'ensemble de ses travaux sur la Résistance des matériaux.

## PRIX PLUMEY.

(Commissaires : MM. M. Deprez, Guyou, Maurice Lévy, E. Sarrau; de Bussy, rapporteur.)

Les travaux de M. **André Le Chatelier** relatifs aux propriétés mécaniques des métaux ont contribué dans une large proportion aux progrès accomplis, depuis quelques années, dans la construction des appareils moteurs destinés à la Navigation. C'est sur son initiative, fondée sur de nombreuses expériences, que la Marine a substitué l'acier mi-dur trempé et recuit à l'acier doux pour la fabrication des pièces de machines, qui requièrent à la fois la dureté et une limite élastique élevée. Il a aussi indiqué les épreuves qui peuvent servir à exclure les aciers entachés d'une fragilité qui peut s'allier à une grande résistance à la rupture et à une haute capacité d'allongement. Enfin il a établi les lois suivant lesquelles varient, avec la température, les propriétés mécaniques de certains métaux employés dans la construction des appareils moteurs, ce qui a conduit à supprimer l'emploi du cuivre pour les foyers de chaudières où règne une combustion très active, et où peut se produire une température très élevée, et celui du bronze pour les accessoires de chaudières marines, ce métal devant être remplacé par du laiton d'aluminium, qui conserve jusqu'à 200° ses qualités de résistance et d'allongement.

Les résultats des études de M. Le Chatelier sur les propriétés des aciers mi-durs trempés et recuits et sur le décèlement de la fragilité ont été confirmés par les expériences que M. **J. Auscher** a entreprises et menées à bonne fin par l'ordre du Ministre de la Marine. M. J. Auscher doit, par

suite, être considéré comme ayant contribué aux progrès réalisés dans la construction des machines à vapeur par l'adoption des principes dont M. A. Le Chatelier a été l'initiateur. En outre, M. J. Auscher est l'auteur d'un Mémoire très important sur l'écoulement des vapeurs, Mémoire dans lequel sont établies à l'aide de nombreuses expériences des règles adoptées maintenant par la Marine pour la dimension à donner aux tuyaux de vapeur. Aussi votre Commission estime que MM. **A. Le Chatelier** et **J. Auscher** ont des titres égaux à l'honneur d'avoir fait progresser d'une manière notable la construction des machines à vapeur destinées à la Navigation.

Elle propose de leur décerner le prix Plumey, qui serait partagé entre eux, par moitié.

## PRIX DALMONT.

(Commissaires : MM. Haton de la Goupillière, Resal, Cornu, Sarrau ; Maurice Lévy, rapporteur.)

Par son testament en date du 5 novembre 1863, M. Dalmont a fait mettre à la disposition de l'Académie, par ses légataires universels, une somme triennale de *trois mille francs*, pour être remise à celui de MM. les Ingénieurs des Ponts et Chaussées en activité de service, qui lui aura présenté à son choix le meilleur travail ressortissant à l'une des Sections de cette Académie.

Ce prix triennal de *trois mille francs*, destiné, dans la pensée du testateur, « à exciter les Ingénieurs à suivre l'exemple de leurs savants devanciers, Fresnel, Navier, Coriolis, Cauchy, de Prony et Girard, et obtenir, comme eux, le fauteuil académique », ne doit être distribué que pendant une période de trente années, afin d'épuiser la somme de *trente mille francs*, que M. Dalmont a mise, dans ce but, à la charge de ses légataires.

C'est dans sa séance publique de cette année que l'Académie le décernera pour la dernière fois.

La Commission, à l'unanimité, l'attribue à M. **Autonne**, pour l'ensemble de ses travaux d'Analyse.

Elle exprime le vœu qu'un prix supplémentaire, soit accordé à M. **Maurice d'Ocagne**, dont les travaux, bien connus de l'Académie, ont pris,

dans ces dernières années, une certaine ampleur. En réalisant ce vœu de sa Commission, l'Académie, en même temps qu'elle rendra justice à un Ingénieur de grand mérite, accordera un suprême hommage à la mémoire du fondateur même du prix, l'éditeur Dalmont, dont le nom sera prononcé cette année, pour la dernière fois, dans nos séances publiques.

La Commission décerne une mention exceptionnellement honorable à M. l'Ingénieur en chef **Pochet**, pour son beau Mémoire sur la marche en courbe de la locomotive et son *Traité de Thermodynamique*, publié en 1874 et très remarquable pour cette époque, et une mention très honorable à M. l'Ingénieur en chef **Willotte**, dont les importants travaux ont d'ailleurs déjà été récompensés par l'Académie.

Un Ouvrage sur les chemins de fer, qui paraît d'un grand intérêt, a été présenté par un autre Ingénieur; mais la Commission a jugé que cet Ouvrage, dont elle a reconnu toute l'importance, rentre moins que les autres dans la catégorie des travaux visés par le testateur.

---

## ASTRONOMIE.

### PRIX LALANDE.

(Commissaires : MM. Faye, Wolf, Lœwy, Callandreau; Tisserand, rapporteur.)

Le nombre des nébuleuses connues s'est accru considérablement dans ces dernières années, grâce à l'emploi de puissants instruments. M. **Javelle**, attaché au bel observatoire que la Science doit à la libéralité de notre Confrère M. Bischoffsheim, s'est distingué particulièrement dans cette recherche délicate. Il a commencé ses recherches en 1890, à l'instigation de M. Perrotin, avec le grand équatorial de $0^{m},76$ d'ouverture. Trois cents soirées ont été consacrées à ce travail dans lequel M. Javelle, parcourant la zone comprise entre les parallèles de $-15^{\circ}$ à $+30^{\circ}$ de déclinaison, a

rencontré environ six cents nébuleuses anciennes, et *onze cents nouvelles*. Ces dernières qui sont très faibles, même avec la grande lunette de Nice, ont été mesurées avec soin pendant cent cinquante soirées.

Le travail de M. **Javelle** sera très utile aux astronomes, et la Commission lui décerne le prix Lalande.

## PRIX DAMOISEAU.

(Commissaires : MM. Faye, Wolf, Lœwy, Callandreau; Tisserand, rapporteur.)

L'Académie avait mis au concours la question suivante :

*Perfectionner les méthodes de calcul des perturbations des petites planètes en se bornant à représenter leur position à quelques minutes d'arc près dans un intervalle de cinquante ans ; construire ensuite des Tables numériques permettant de déterminer rapidement les parties principales des perturbations.*

Deux Mémoires ont été envoyés; nous n'avons pas pu retenir celui qui porte le n° 2, parce qu'il ne contient que des développements analytiques dépourvus de conclusions.

Le Mémoire n° 1 s'appuie, dans sa partie théorique, sur les recherches de M. Gyldén et sur les compléments qui leur ont été apportés par un de ses élèves, M. **Brendel**. L'auteur a développé ses formules en supposant qu'il ne s'agisse pas d'une planète dont le moyen mouvement présente avec celui de Jupiter un rapport de commensurabilité très approché. Les choses se simplifient alors notablement, d'autant plus que la précision requise est fort restreinte. C'est ainsi que les *termes caractéristiques* de M. Gyldén sont laissés de côté, et qu'il suffit même d'avoir égard à quelques-uns des *termes élémentaires*, et aux *termes ordinaires*. Il nous est impossible de suivre l'auteur pas à pas dans des opérations où il s'agit en somme de réduire une théorie connue à ses parties essentielles, sans que l'erreur commise dépasse une limite fixée d'avance, et de tout disposer de manière à permettre un calcul numérique rapide. Nous nous bornerons à donner une idée des résultats obtenus dans le cas de la planète (91) Egine : l'inclinaison de l'orbite est faible (2°), l'excentricité modérée (0,11), et le rapport du moyen mouvement à celui de Jupiter diffère assez sensiblement

de 3 (la différence est 0,15). C'est donc un cas qui n'est pas des plus difficiles, et qu'on peut taxer de moyen.

La théorie de l'auteur a été comparée aux observations, depuis l'année 1866, époque de la découverte par M. Borrelly, jusqu'à 1891. En 1872, les erreurs n'ont pas dépassé $9^s$ pour l'ascension droite, et $30''$ pour la déclinaison. Ces erreurs s'élèvent respectivement à $40^s$ et $200''$, dans l'intervalle 1873-1891. Mais ces erreurs peuvent être réduites considérablement en corrigeant les éléments employés. Ce calcul de corrections a été entrepris par l'auteur, qui s'est assuré que les erreurs finales ne dépasseront pas $12^s$ en ascension droite et $1'$ en déclinaison.

Il convient de rappeler que la théorie des perturbations des petites planètes, et leur réduction en Tables, ont déjà été l'objet de travaux importants, notamment de la part de

MM. Leveau et Perrotin pour *Vesta*,
Brünnow pour *Iris* et *Flore*,
Lesser pour *Pomone* et *Métis*,
Becker pour *Amphitrito*,
Harzer pour *Hécube*.

Le travail de l'auteur du Mémoire actuel, inscrit sous le n° 1, et son application à la planète Egine, ont un but différent qui était fixé par la question proposée comme sujet de prix.

La Commission estime que les conditions imposées ont été remplies, et elle décerne le prix à l'auteur, qui est M. **Brendel**.

## PRIX VALZ.

(Commissaires : MM. Lœwy, Faye, Callandreau, Wolf; Tisserand, rapporteur.)

Les découvertes de petites planètes ont été très nombreuses en 1892 et 1893, grâce à l'application de la méthode photographique. On a pu craindre un moment que ces découvertes ne fussent perdues pour l'Astronomie, faute de calculateurs fixant les positions où l'on doit retrouver les petites planètes dans les oppositions suivantes. Il faut espérer qu'il n'en sera rien. Dans tous les cas, un calculateur du Bureau des Longitudes, M. **Coniel**, a fait preuve d'un zèle digne d'éloges. On lui doit en effet le

calcul des orbites de treize petites planètes; il a montré que l'une d'elles doit passer plus près de Jupiter qu'aucune de celles connues jusqu'alors. On lui doit également le calcul des orbites de deux comètes intéressantes.

M. Coniel a rendu, en outre, un service réel aux astronomes en calculant, d'après les Tables de Le Verrier, les coordonnées héliocentriques de Jupiter pour l'intervalle compris entre 1769 et 1843; ces coordonnées sont très utiles dans la détermination définitive des orbites des comètes.

On doit encore à M. Coniel la prolongation, de 1900 à 1911, des calculs de Le Verrier, donnant l'ensemble des perturbations causées par les planètes dans la longitude et le rayon vecteur de la Terre; on sait que ces calculs sont employés avantageusement dans la construction des éphémérides.

La Commission décerne le prix Valz à M. **Coniel**.

## PRIX JANSSEN.

(Commissaires : MM. H. Faye, Tisserand, Wolf, Lœwy; Janssen, rapporteur.)

M. **Georges Hale** s'est appliqué principalement à mettre en œuvre une méthode proposée en 1869 par M. Janssen, fondée sur l'emploi d'une seconde fente dans l'appareil spectroscopique et destinée à isoler dans le spectre une radiation déterminée.

M. Hale a appliqué avec succès cette méthode à l'obtention, par la Photographie, des facules et protubérances du disque solaire. Les résultats montrent tout le parti qu'on pourra obtenir dans cette voie nouvelle. M. Hale a, en outre, le mérite d'avoir créé un observatoire important et de mettre libéralement ses ressources personnelles au service de la Science, en même temps qu'il la fait progresser par ses travaux.

Par ces motifs la Commission propose de lui donner le prix Janssen pour l'année 1894.

## STATISTIQUE.

### PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Haton de la Goupillière, de Jonquières; baron Larrey, Bertrand, de Freycinet.)

L'Académie a reçu cette année, pour le concours du prix Montyon de statistique, des envois de la part de dix concurrents. Quatre d'entre eux ont été remarqués par votre Commission.

La Commission place en première ligne, en lui attribuant le prix Montyon de 1894, l'ensemble de documents présentés par M. le Conseiller d'État **Boutin** sous le titre : *Nouvelle évaluation des revenus fonciers des propriétés non bâties de la France.*

Elle demande également à l'Académie de vouloir bien attribuer un prix Montyon supplémentaire à M. le Dr **Faidherbe**, pour son travail intitulé : *Étude statistique et critique sur le mouvement de la population de Roubaix*.

La Commission a décerné en outre deux mentions honorables; à savoir, par ordre alphabétique :

La première, à M. le Dr **A. Cartier**, pour son manuscrit ayant pour titre : *L'Hygiène à Toulon ;*

La seconde, à M. le Dr **Tastière**, pour son travail intitulé : *Études statistiques, démographiques et médicales sur le département de la Meuse, avec une topographie médicale de la ville de Verdun*.

Les Rapports suivants vous feront connaître les motifs qui ont déterminé ces divers choix.

*Rapport de M.* DE FREYCINET.

M. BOUTIN, Conseiller d'État, Directeur général des Contributions directes, a demandé, par lettre en date du 13 novembre 1893, à être admis à concourir pour le prix Montyon de Statistique de la France, qui sera décerné en 1894, par l'Académie des Sciences.

A cette lettre sont joints les documents suivants :

1° Rapport sur les résultats de l'évaluation du revenu foncier des propriétés non bâties prescrite par la loi du 9 août 1879;

2° Atlas statistique présentant les résultats de l'opération;

3° Atlas graphique ayant le même objet;

4° Rapport sur les résultats de l'évaluation des propriétés bâties prescrite par la loi du 8 août 1885, suivi du Compte rendu de l'application, pour 1891, de la loi du 8 août 1890;

5° Atlas statistique présentant les résultats de l'opération;

6° Rapport sur les opérations du répartement et du sous-répartement (contribution foncière des propriétés non bâties) en 1890 pour 1891;

7° Documents statistiques sur les cotes foncières.

Les travaux administratifs, que résument ces documents, ont été exécutés sur toute la surface de la France, à l'aide du personnel des Contributions directes, secondé par des commissions locales de répartiteurs, sous la direction immédiate de M. le Conseiller d'État Boutin, qui est resté à la tête du service depuis l'origine des opérations et qui a eu ainsi l'avantage, après en avoir tracé le programme, d'en suivre la marche et d'en coordonner les résultats.

Il est impossible de fournir un aperçu même sommaire d'une publication qui comprend des centaines de milliers de chiffres et dont les premiers éléments sont empruntés à plus de douze millions de cotes foncières. Il suffira de dire qu'elle embrasse toute la richesse agricole de la France et qu'elle établit les rapprochements les plus instructifs entre les diverses natures de culture, la valeur vénale des terres et la quotité de l'impôt qui les frappe. En même temps, elle permet de suivre le développement des constructions urbaines et rurales, depuis le commencement du siècle.

Cet immense travail, qui fait le plus grand honneur à l'administration des Contributions directes, avait pour destination, conformément aux lois du

9 août 1879 et du 8 août 1885, de reviser les bases sur lesquelles est assise la Contribution directe et d'arriver, s'il était possible, à une meilleure répartition de l'impôt. L'enquête a révélé, ainsi qu'on s'y attendait d'ailleurs, une inégalité assez marquée entre le taux d'imposition de la propriété bâtie et de la propriété non bâtie, et des inégalités beaucoup plus grandes, dans la même nature de propriété, entre des départements parfois limitrophes, et, dans un même département, entre les différents cantons et les différentes communes. On ne pouvait songer à faire disparaître entièrement ces inégalités, car il aurait fallu, pour y parvenir, procéder à une réfection complète du cadastre, c'est-à-dire dépenser des sommes et un nombre d'années considérables. Mais on a pu les atténuer sensiblement et placer les deux natures de propriétés sur le même pied, en effectuant un dégrèvement de 15 267 977$^{fr}$ sur la propriété non bâtie. Les résultats de cette opération, dont quatre-vingt-deux départements ont profité, sont consignés dans un intéressant rapport du Directeur général, en date du 17 février 1891, qui fait l'objet du n° 6 dans la liste ci-dessus.

L'importance du but poursuivi, l'exactitude relative des moyens employés, fort supérieure à celle qui avait été obtenue jusque-là, le temps et le labeur dépensés, la clarté des tableaux et des comptes rendus, l'approbation donnée par le législateur au résultat final, tout concourt à imprimer à cette œuvre un caractère exceptionnel et à justifier l'attribution d'un prix au fonctionnaire élevé qui a eu, dans sa réalisation, la part prépondérante. Votre Commission n'hésite donc pas à proposer à l'Académie d'accorder à M. le Directeur général **Boutin** le prix Montyon de Statistique pour l'année 1894.

*Rapport de M.* **Haton de la Goupillière** *sur le travail de M. le D*r Faidherbe.

» M. le Dr **Faidherbe** a présenté un important travail manuscrit relatif au mouvement de la population de la ville de Roubaix. La première partie comprend une étude statistique extrêmement attentive, à laquelle succèdent des considérations générales sur les enseignements qu'il convient d'en déduire.

L'auteur embrasse une durée d'un siècle et demi qu'il partage en trois périodes, d'environ un demi-siècle chacune, correspondant à des phases historiques distinctes de l'accroissement de la population roubaisienne. Cet

accroissement est devenu formidable, en raison des conditions industrielles particulières à ce centre. Il est, en dernier lieu, triple de la vitesse d'accroissement de la ville de Paris et huit fois supérieur à la moyenne de la France. M. le Dr Faidherbe, avec une méthode excessivement soignée et une profusion de tableaux numériques bien coordonnés, étudie la natalité, la nuptialité, la mortalité, sous leurs aspects et dans leurs vicissitudes les plus variés.

En sa qualité de médecin, il s'est attaché principalement, dès que les documents recueillis le permettent, à l'étude des causes de décès; et il propose à cet égard un type de classification qui lui semble préférable à celui qui a été donné par le bureau de statistique du ministère. Nous avons été frappés de la justesse et de l'élévation des idées générales qui ont été agitées par l'auteur, sans qu'il perde jamais de vue leur étroite relation avec le milieu roubaisien qui lui a servi de terrain d'observation, et dont l'amélioration forme l'objet spécial de ses préoccupations philanthropiques. Il a fait acte de bon citoyen, d'esprit observateur, de guide intelligent pour l'avenir d'un centre important de population. Des conclusions nettement formulées à la fin du manuscrit permettent de se rendre compte du fruit que l'auteur estime que l'on puisse tirer de son long et consciencieux labeur.

Dans ces conditions, la Commission demande à l'Académie de vouloir bien attribuer à M. le Dr **Faidherbe** un prix Montyon supplémentaire de Statistique pour 1894.

*Rapport de M.* **de Jonquières** *sur l'Ouvrage de M. le Dr* Cartier, *intitulé : « L'Hygiène à Toulon. Statistique hygiénique, de* 1874 *à* 1893 ». (312 pages gr. in-4°.)

Dans cette importante publication, M. le Dr **Cartier** se montre tour à tour historien, géographe, géologue, météorologiste, statisticien, médecin et hygiéniste, témoignant d'un savoir étendu, d'un esprit d'observation sagace, d'un jugement éclairé et d'un talent distingué d'écrivain.

Accoutumé par profession à sonder les plaies des malades, il met à nu, sans ménagement, parfois peut-être avec un peu de pessimisme, celles de la ville de Toulon : voierie souvent défectueuse, égouts insuffisants ou absents, eaux de lavage mal éliminées, aspect sombre de beaucoup de rues, état misérable des maisons dans les quartiers populeux, fosses d'aisances oubliées ou mal établies, eau d'alimentation suspecte en certains endroits.

C'est dans le concours de ces diverses influences, qu'il trouve l'explication de la rigueur des épidémies et de la persistance des maladies endémiques — particulièrement de la fièvre typhoïde et de la tuberculose — qui sévissent sur la population, et notamment sur les enfants, et qui classent Toulon, au quarante-cinquième rang parmi les villes de France suivant leur insalubrité, c'est-à-dire au nombre des plus malsaines.

Ces fâcheuses conditions locales, n'étant pas produites par le climat et les éléments météorologiques, pourraient être atténuées, même supprimées, à l'aide d'améliorations que l'auteur indique et dont quelques-unes sont en voie d'exécution depuis quelques années; il ne faudrait qu'y appliquer des ressources financières suffisantes. Malheureusement, il n'en est pas de même de celles qui dérivent, d'après l'auteur, soit de certaines lacunes dans la réglementation municipale et d'une surveillance imparfaite des cabarets et des lieux de prostitution, soit de causes purement morales, difficiles sinon impossibles à combattre, telles que la prolongation du célibat et la nuptialité tardive, ayant pour conséquence la prostitution, principal agent de dispersion des maladies vénériennes, et la natalité illégitime, qui place l'enfant dans de mauvaises conditions biologiques.

L'auteur décrit avec beaucoup de détails, dans la seconde Partie du livre, les hôpitaux de la marine et les casernes, et met leurs imperfections en relief. A ce titre, l'ouvrage mérite d'être signalé à l'administration maritime, au moins comme résumé de ce qu'elle a intérêt à retenir dans les rapports officiels qui, déjà, ont pu l'éclairer sur ce qu'il lui importe de savoir. Comme il s'agit de notre premier port de guerre, on ne peut qu'applaudir aux efforts patriotiques de M. le D<sup>r</sup> Cartier, et si la Commission a le regret de ne pouvoir lui accorder le prix, elle est du moins unanime pour décerner, au nom de l'Académie, une mention honorable à son travail.

*Rapport de M. le* Baron Larrey *sur le travail de M. le D*r Tastière.

L'affluence progressive des travaux de Statistique médicale à l'Académie des Sciences, pour le *Prix annuel de Statistique,* fondé par le comte de Montyon, et plus spécialement les travaux de Médecine militaire et de Médecine navale, nous font regretter qu'une fondation analogue n'appartienne pas aussi à l'Académie de Médecine. J'ai eu l'honneur d'en faire la remarque à elle-même, comme son plus ancien président.

Parmi les divers envois à l'Académie des Sciences pour le prix de statistique de cette année, se distingue un volumineux manuscrit intitulé : *Études statistiques, démographiques et médicales sur le département de la Meuse, avec une topographie médicale de la ville de Verdun*, par le Dr ÉMILE TASTIÈRE, médecin-major de 1re classe au 148e régiment d'infanterie.

L'auteur établit d'abord, dans une analyse succincte, que les études adressées par lui à l'Académie des Sciences sont essentiellement statistiques, comme le démontrent la grande quantité de ses tableaux numériques et leurs applications multiples, soit à la population, soit au recrutement et à l'épidémiologie.

L'ensemble de ce grand travail remplit environ 300 pages et une quantité de tableaux indiquant les recherches de tous les jours, pendant une longue période. Les diverses régions du département de la Meuse, comprenant le Barrois, l'Ornain et la Vallée, découvrent, à la suite, le sol, le climat et la population, avec l'analyse des causes de dépopulation de ce département. Ici se présente l'étude de sa statistique générale.

L'examen suivi de chacune de ces questions se développe par les productions agricoles et se complète par la dépopulation, avec la recherche de ses causes, dont la principale est l'alcoolisme.

Suit une longue étude statistique du recrutement de la Meuse, exposant avec soin la différence des classes, les motifs d'exemption et d'ajournement du service militaire.

Parmi les infirmités se présentent, tout d'abord, celles des organes de la vue, puis d'autres prédominantes, de diverse nature, le goître, le bégayement, l'idiotisme, les défectuosités dentaires, les hernies, le varicocèle, les varices et les difformités congénitales des pieds.

Une dernière section, l'épidémiologie générale du département, retrace les épidémies observées pendant une période de seize années, période suffisante, pour être appréciée.

Les divers tableaux comprennent à la suite :

Le dénombrement de la population du département; le relevé des conscrits par classes (depuis 1872); les exemptions du service actif, pour infirmités, par cantons, et le tableau des indications d'ajournement; les exemptions pour défaut de taille ; le relevé des jeunes gens classés dans les services auxiliaires, d'après la proportion des exemptions totales, pour faiblesse de constitution, d'après le nombre des hernies, pour les varices et le varicocèle; selon aussi la statistique des maladies épidémiques et suivant enfin le nombre des décès par ces épidémies.

Telle est, dans son ensemble trop rapidement exposé ici, la première partie de cet immense travail de statistique du département de la Meuse.

La seconde partie, moins étendue, de ces études statistiques comprend, à part et spécialement, la topographie médicale de la ville de Verdun qui, depuis la guerre de 1870, est devenue, a-t-on dit, le *Metz français*.

M. le médecin-major Tastière a pensé que cette place de guerre méritait aussi une étude spéciale de statistique, fondée, quant à lui, sur un séjour de trois années entières. Il fait d'abord un exposé sommaire de la ville de Verdun, relate la statistique de sa population depuis le commencement du siècle, avec les tableaux de ses naissances, de ses décès, et la statistique dite *météorologique*.

L'auteur, pour clore son volumineux manuscrit, examine la question des eaux de la place forte, ainsi que le tracé d'habitation et ses causes d'insalubrité, dépendant du sol et du casernement. Il établit enfin la statistique de la morbidité et de la mortalité, dans les hôpitaux civils de 1871 à 1893 inclusivement; puis il termine ce travail considérable par la statistique médicale de la garnison, durant les dernières années.

La conclusion de ce rapport me permet de proposer le grand travail de M. le médecin-major de 1re classe **Émile Tastière** comme méritant une mention honorable, à défaut d'un autre prix.

---

## CHIMIE.

### PRIX JECKER.

(Commissaires : MM. Friedel, Troost, Armand Gautier, Moissan, Grimaux; Schützenberger, rapporteur.)

On doit à M. **Barbier** de nombreux et importants travaux sur diverses questions de Chimie organique. Ses recherches ont depuis longtemps fixé l'attention de l'Académie car, depuis 1872 jusqu'à aujourd'hui, ce savant n'a pas cessé de donner des preuves de son activité.

Nous ne pensons pas devoir donner dans ce Rapport la liste complète de

ses publications. Il nous suffira, pour justifier la récompense demandée pour M. Barbier, de faire ressortir l'importance des résultats obtenus dans les principales directions qu'il a suivies.

De 1872 à 1876, M. Barbier, s'inspirant des belles recherches de son maître, M. Berthelot, a poursuivi l'étude des carbures pyrogénés. Dans son Mémoire, qui a servi de thèse pour le doctorat ès sciences, il décrit un procédé modifié permettant de retirer du goudron, dans un grand état de pureté, le fluorène, récemment découvert par M. Berthelot. Par l'étude et la synthèse d'un grand nombre de dérivés de ce carbure, il parvient à fixer son poids moléculaire et sa structure chimique.

La seconde partie du travail est consacrée à la genèse des carbures $C^{14}H^{10}$, isomères de l'anthracène, au moyen des carbures plus hydrogénés de formule $C^{14}H^{14}$ (dibenzyle, ditolyle, benzyltoluène, phénylxylène, etc.). Les résultats obtenus ont éclairé d'un jour nouveau une question restée jusqu'alors très obscure.

Dès ces premières recherches, M. Barbier se montre particulièrement préoccupé du soin d'arriver à une notion claire sur la constitution chimique et les fonctions des composés qu'il obtient et étudie. C'est la question qui présente le plus d'intérêt et d'importance et dont la solution offre les plus grandes difficultés.

Nous retrouvons la même tendance dans ses recherches faites en collaboration avec M. Léo Vignon, sur la constitution des safranines, et dans les diverses circonstances dans lesquelles ces matières colorantes se développent.

En collaboration avec M. Roux, M. Barbier a publié une série d'expériences instituées en vue d'étudier les relations qui relient la dispersion optique à la composition, au poids moléculaire et à la constitution des composés organiques de divers ordres.

Il a également porté ses observations sur les pouvoirs dispersifs des solutions aqueuses.

L'auteur a pu déduire de ses mesures diverses lois intéressantes.

Nous insisterons plus particulièrement sur les recherches concernant les isomères acycliques du bornéol.

Dans ce nouvel ordre d'idées, nous lui devons la découverte et l'étude chimique complète d'un nouvel isomère du camphre extrait de l'essence de menthe Pouliot (*mentha pulegium*).

Reprenant l'examen du licaréol extrait de l'essence de Licari Kanali, il arrive à établir la véritable structure de ce produit, en montrant, par la

faculté qu'a ce corps de donner un aldéhyde, un acide, un tétrabromure, qu'il est acyclique, à fonction d'alcool primaire, qu'il est deux fois éthylénique et susceptible, en perdant 1 molécule d'eau, de donner un carbure cyclique : le licarène.

Les doubles liaisons constatées dans le licaréol laissaient prévoir l'existence probable d'un stéréoisomère; M. Barbier a su la démontrer expérimentalement.

Le rhodinol de l'essence de roses, le géraniol, l'aldéhyde extrait de l'essence du Limon grass, sont étudiés avec les mêmes soins et aux mêmes points de vue.

Tous les chimistes qui se sont occupés de questions analogues se rattachant à l'histoire des terpènes et de leurs dérivés savent combien sont délicates et difficiles à mener à bien les recherches de cet ordre, combien elles exigent d'adresse, de tact et de perspicacité.

Par les succès qu'il a obtenus, M. **Barbier** a non seulement prouvé qu'il possède ces qualités à un haut degré, mais il a, en outre, rendu de sérieux services à la Science. En lui décernant la moitié du prix Jecker, la Section de Chimie pense faire œuvre de justice.

En utilisant la belle réaction de MM. Friedel et Crafts, M. **Chabrié** a préparé le premier des dérivés séléniés des carbures aromatiques dans lesquels le sélénium est fixé dans le noyau. Il fait agir, à cet effet, soit le tétrachlorure de sélénium, soit la dichlorhydrine de l'acide sélénieux, soit encore la dichlorhydrine de l'acide orthosélénique sur la benzine, en présence du chlorure d'aluminium. Il a pu former ainsi le séléniure de phényle, le sélénophénol, la diphénylsélénine $SeO(C^6H^5)^2$.

Ces divers composés ont servi eux-mêmes de points de départ pour réaliser, soit par oxydation, soit par substitution la synthèse d'autres dérivés.

Les recherches entreprises dans cette direction par M. Chabrié offraient de réelles difficultés, tenant surtout aux faibles rendements des produits donnés par les réactions mises en jeu.

Plus récemment, MM. Kraft et Vorster ont réalisé la synthèse des mêmes corps par des procédés plus avantageux. Disposant de plus grandes quantités de matière, ils ont pu arriver à un plus grand degré de pureté et modifier quelques-unes des constantes physiques établies par M. Chabrié.

Ces observations n'enlèvent rien au mérite du travail délicat de M. Chabrié.

Parmi les travaux qui se rapportent à la Chimie pure, nous avons encore à signaler un Mémoire sur quelques dérivés halogénés.

L'auteur s'est proposé de substituer, dans un chlorure de carbone, tel que le tétrachlorure : au chlore, soit des résidus (radicaux organiques), soit du fluor; au carbone, un élément polyvalent tel que le bore.

Ainsi, par l'action du tétrachlorure de carbone sur le dérivé sodé de l'éther malonique, il forme un acide octobasique $C[C^4(CO^2H)^2]^4$; le phénol sodé et le perchlorure de carbone lui donnent l'aurine.

La seconde partie des recherches de M. Chabrié est du domaine de la Chimie physiologique et de la Chimie pathologique.

Ces recherches ont déjà été l'objet d'une récompense décernée par l'Académie.

Nous proposons de donner à M. **Chabrié** un prix sur la fondation Jecker.

Les premiers travaux de M. **P. Adam** ont été faits en collaboration avec son maître, notre confrère M. Grimaux. Parmi ceux-ci, nous ne citerons que le plus important, la synthèse de l'acide citrique, réalisée pour la première fois. En plaçant le nom de son élève à côté du sien en tête de cette belle découverte, M. Grimaux a voulu montrer que, dans cette occasion, M. Adam avait été non seulement un préparateur habile, mais un véritable et utile collaborateur.

Parmi les recherches qui lui sont absolument personnelles, nous placerons en première ligne celles qui se rattachent à la synthèse des dérivés du diphényle. Il en ressort que le diphényle peut donner, comme la benzine, au moyen du chlorure d'aluminium, des dérivés à radicaux alcooliques, acides, etc.; que ces dérivés conservent l'inertie du carbure générateur; que les produits mono-substitués appartiennent à la série méta; que les chlorures diatomiques agissent tantôt sur les deux groupes phényles d'une même molécule de diphényle, tantôt sur deux groupes phényles de deux molécules distinctes. De là dérivent en grand nombre des corps nouveaux décrits et étudiés avec soin par M. Adam.

C'est ainsi que ce savant a réalisé la synthèse du fluorène, des mono et diméthyldiphényle, des mono et diéthyldiphényle, des métacétyldiphényle, du diphénylméthylcarbinol, du diphényldiphényl-méthane, de la dibiphénylacétone, du diphénylbenzhydrol, etc.

L'ensemble de ce beau Mémoire, joint à d'autres publications sur des questions moins générales, justifie, pensons-nous, très largement le choix

fait par la Section et la part que nous proposons d'attribuer à M. P. **Adam** dans le prix Jecker.

M. **Meslans** est un jeune savant qui ne s'est encore fait connaître que par un seul travail de longue haleine, mais ce travail s'est effectué avec une parfaite correction, touche à l'étude de corps difficiles à manier et à préparer; il constitue à lui seul un Chapitre très important de l'histoire des dérivés halogénés des matières organiques; aussi la Section de Chimie n'a-t-elle pas hésité à lui attribuer une part du prix Jecker.

Le Mémoire de M. Meslans, qui a servi de sujet de thèse pour le Doctorat ès sciences, est intitulé : *Recherches sur quelques fluorures organiques de la série grasse*. Tirant partie des belles découvertes de son maître, M. Moissan, et guidé par ses conseils, il est arrivé à augmenter considérablement le nombre des fluorures des radicaux alcooliques, dont on ne connaissait que les premiers termes. Nous lui devons, en collaboration avec M. Moissan, le fluorure d'isobutyle ainsi qu'une étude plus complète du fluorure de méthyle, et comme produit de recherches indépendantes, la préparation et l'étude des fluorures de propyle, d'isopropyle, d'allyle, des fluorhydrines mixtes de la glycérine, dichlorhydro-fluorhydrine, dibromhydrofluorhydrine, tous corps obtenus par l'action des iodures des radicaux alcooliques sur le fluorure d'argent et par l'action ultérieure du chlore ou du brome sur le fluorure d'allyle.

M. Meslans a également étudié l'action de l'acide fluorhydrique et du pentafluorure de phosphore sur les alcools.

Aux nouveaux produits signalés plus haut, il a ajouté le fluoroforme, analogue du chloroforme et de l'iodoforme, et préparé par l'action de ce dernier corps sur le fluorure d'argent; le fluorure d'allyle.

Les modes opératoires assez délicats, les procédés analytiques, les constantes physiques et les propriétés chimiques de chaque substance sont décrits et donnés avec soin.

Nous ne pouvons faire un meilleur éloge du Mémoire de M. **Meslans**, qu'en disant qu'il est susceptible de passer directement dans les traités classiques de Chimie.

Comme il le dit lui-même, l'auteur s'est moins proposé d'augmenter le nombre des corps nouveaux obtenus que de donner un ou deux exemples bien nettement étudiés de chaque groupe fonctionnel de composés.

## MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

### PRIX VAILLANT.

(Commissaires : MM. Mascart, Fizeau, Lippmann, Friedel;
Cornu, rapporteur.)

Aucun Mémoire n'ayant été présenté, la Commission propose que la question soit remise au concours, pour l'année 1896.

## BOTANIQUE.

### PRIX DESMAZIÈRES.

(Commissaires : MM. Van Tieghem, Duchartre, Chatin, Trécul;
Bornet, rapporteur.)

M. Sappin-Trouffy, préparateur au Laboratoire de Botanique de la Faculté des Sciences de Poitiers, a poursuivi, pendant deux ans, des recherches sur la structure intime et le développement des Urédinées. Il en a divulgué les principaux résultats dans plusieurs Communications faites à l'Académie des Sciences, d'abord sous son nom et celui de M. Dangeard, puis sous son nom seul. Le travail complet a été adressé au Concours du prix Desmazières pour 1894.

C'est un manuscrit d'une centaine de pages, accompagné de 19 planches dessinées avec soin, sous un grossissement (dont la mesure n'est pas indiquée) assez fort pour que les noyaux des cellules et les modifications qu'ils éprouvent puissent être représentés avec une clarté suffisante. Sous ce rapport, les figures d'ensemble sont plus instructives qu'aucune de celles qui ont été publiées jusqu'à présent. Les recherches ont porté sur

8 genres et 26 espèces, nombre assez grand pour que la généralisation des faits observés et leur extension aux espèces non encore étudiées ne semblent pas dépasser les limites d'une induction légitime.

Les Urédinées forment un groupe de Champignons parasites des végétaux terrestres; elles leur causent des maladies graves, désastreuses quand elles atteignent les plantes cultivées. Leur thalle se compose de filaments cloisonnés, très ramifiés, qui s'étendent dans les méats intercellulaires, enveloppent les cellules sans déterminer, le plus souvent, de déformation notable de la plante. Dans son Livre classique sur la morphologie et la biologie des Champignons, de Bary enseigne que ces filaments mycéliens sont fréquemment pourvus de suçoirs semblables à ceux des Péronosporées; il ne donne d'ailleurs aucun détail sur la manière dont ils se comportent à l'intérieur de la cellule où ils ont pénétré. Le premier renseignement sur ce point est dû à M. Rosen qui a vu, dans une espèce de Puccinie, que les suçoirs, après avoir traversé la membrane de la cellule, se dirigent presque toujours vers le noyau, s'appliquent à sa surface, le contournent et souvent le déforment. M. Sappin-Trouffy a constaté que cette disposition est générale chez les Urédinées dont il s'est occupé et, parmi les exemples représentés dans ses planches, on en voit plusieurs où le noyau, environné des rameaux du suçoir, rappelle de très près les gonidies des Lichens entourées par les hyphes. Comme l'auteur le fait observer, ces suçoirs sont ainsi dans les meilleures conditions pour détourner à leur profit les produits élaborés par la cellule et pour affaiblir l'organisme tout entier.

On connaît chez les Urédinées jusqu'à quatre sortes de spores, non compris les spores secondaires. Malgré cette abondance de moyens de reproduction, l'existence d'une reproduction sexuelle n'a pas encore été découverte. M. Sappin-Trouffy pense avoir comblé cette lacune. Partant du fait bien établi que, dans toutes les plantes où la fécondation est connue, la production de l'œuf est accompagnée de la fusion de deux noyaux, il a cherché à savoir si, parmi les divers organes reproducteurs des Urédinées, l'un d'eux ne présenterait pas ce phénomène caractéristique. Il l'a trouvé dans les spores qui marquent le terme de la végétation annuelle, dans les téleutospores.

Ainsi que l'ont indiqué d'abord M. Schmitz, puis M. Rosen, les cellules tant végétatives que reproductrices renferment généralement deux noyaux, mais ces botanistes n'en ont pas suivi les modifications. M. Rosen se borne à dire, à propos des noyaux des téleutospores, qu'ils finissent par s'appli-

quer l'un contre l'autre et peut-être par se fusionner. Il insiste, en outre, sur la complète équivalence des deux noyaux et sur l'impossibilité logique d'attribuer à l'un d'eux des propriétés dont l'autre serait dépourvu. Tel était l'état de nos connaissances sur les noyaux des Urédinées lorsque MM. Sappin-Trouffy et Dangeard se sont emparés de la question. Nous résumons rapidement leurs observations.

Dans les cellules du thalle, chaque article, suivant les espèces, renferme de 1 à 4 noyaux. Le nombre est assez constant pour une même espèce; il ne l'est pas dans les espèces d'un même genre. La structure des noyaux du thalle est souvent difficile à mettre en évidence lorsqu'ils sont à l'état de repos. Dans quelques cas, elle s'aperçoit aisément. On rencontre fréquemment les noyaux en division.

Les écidiolispores ou spermaties contiennent un seul noyau.

Les écidiospores en ont deux. Dans leur première Communication à l'Académie, les auteurs avaient dit que ces noyaux se fusionnent en un seul, et cette manière de voir a été partagée par M. Vuillemin. Plus tard, M. Sappin-Trouffy a reconnu qu'il n'en est pas ainsi et qu'en réalité les deux noyaux restent toujours distincts; ils le sont encore au moment où la germination s'effectue.

Il existe également deux noyaux (quelquefois quatre) dans les urédospores. Lors de la germination, ils passent l'un et l'autre dans le tube germinatif.

Les noyaux des téleutospores se comportent autrement, et voici, textuellement reproduite, la description que M. Sappin-Trouffy donne du phénomène : « On voit les noyaux de la téleutospore augmenter de volume; les nucléoles, si difficiles à apercevoir dans la période végétative, sont ici très développés et ont un contour très net; pour la fusion, les deux noyaux se placent très près l'un de l'autre; les deux nucléoles se fusionnent en un seul qui devient très gros, et alors les deux masses chromatiques rejoignent leur bord pour entourer ce nucléole unique. » A la germination, le noyau s'engage dans le filament germinatif et se divise. Une cloison se forme entre les deux noyaux. Ceux-ci se divisent à leur tour et s'isolent par deux cloisons. Le filament quadricellulaire ainsi formé constitue le promycélium dont chaque cellule est uninucléée. Les sporidies qui naissent du promycélium sont à un seul noyau; celles qui dérivent des sporidies primaires en ont deux.

Cette fusion des noyaux de la téleutospore, et de la téleutospore seule, qui se présente constamment dans plusieurs genres et dans un grand

nombre d'espèces, offre un intérêt qui n'a pas échappé à M. Sappin-Trouffy et à son collaborateur. Ces auteurs l'ont d'abord regardée comme représentative de la fécondation sexuelle et lui ont donné le nom de *pseudo-fécondation;* puis, ayant rencontré des phénomènes semblables dans d'autres groupes de Champignons, ils la regardent maintenant comme une véritable reproduction sexuelle exactement équivalente à celle des végétaux supérieurs, et telle est la conclusion du Mémoire présenté par M. Sappin-Trouffy.

La Commission croit devoir exprimer quelques réserves à l'égard de cette conclusion. Sans doute on connaît des cas où des gamètes issus d'une même cellule et parfaitement semblables entre eux se réunissent pour donner naissance à l'œuf, et M. Sappin-Trouffy rappelle justement le cas des *Spirogyra,* chez lesquels la copulation s'opérant entre les cellules contiguës d'un même filament, ce sont deux noyaux récemment issus d'un même noyau qui se réunissent de nouveau dans l'œuf. Mais, dans ce cas, il s'est fait d'abord une séparation et, pour ainsi dire, une individualisation préalable du protoplasme, qui ne paraît pas exister chez les Urédinées. On sait maintenant que la fécondation n'est pas un phénomène aussi purement nucléaire qu'on l'avait cru dans ces derniers temps. L'union des protoplasmes précède l'union des noyaux; parfois même les premiers indices de la fécondation accomplie se manifestent alors que les noyaux ne sont pas encore fusionnés. Et si l'on remarque que, dans le cas actuel, les réactifs colorants n'ont décelé aucune différence entre les deux noyaux qui se fusionnent, ni entre ceux-ci et ceux qui ne s'unissent pas, que la réduction du nombre des chromosomes, qui apporterait un argument décisif dans la question, n'a pas été constatée, si toutefois elle peut l'être, on hésite à tenir pour démontrée la conclusion de l'auteur.

La Commission, reconnaissant d'ailleurs l'intérêt du Mémoire de M. Sappin-Trouffy qui est allé chercher dans les organes les plus intimes de la cellule, avec une persévérance digne d'éloges, la solution du problème de la sexualité des Urédinées, lui accorde un encouragement.

PRIX MONTAGNE.

(Commissaires : MM. Van Tieghem, Bornet, Trécul; Chatin, rapporteur.)

La Section de Botanique a eu à examiner deux publications importantes : l'une, de M. **Husnot**, sur les Mousses; l'autre du frère **Héribaud Joseph**, sur les Diatomées d'Auvergne.

M. Husnot n'est pas pour nous un inconnu. Déjà l'Académie récompensait, en 1882, ce savant modeste qui, du fond de sa province (Cahan dans l'Orne), publiait un Recueil important, la *Revue bryologique*, arrivé à sa dix-septième année, Recueil très apprécié et auquel collaborent les bryologues de tous pays.

L'Ouvrage qu'adresse M. Husnot pour le présent concours a pour titre : *Muscologia gallica; description et figures des Mousses de France et des contrées voisines*. Il se compose d'un volume in-8° d'environ 500 pages et de 125 planches contenant chacune ordinairement les détails analytiques de cinq à six espèces, toutes dessinées et gravées par M. Husnot lui-même.

La *Muscologia gallica* est un monument élevé à la Botanique française. Aussi la Section de l'Académie est-elle unanime à lui décerner le prix Montagne.

Les *Diatomées d'Auvergne*, par le frère Héribaud, professeur de Botanique au pensionnat de Clermont-Ferrand, est, de l'avis des diatomistes les plus autorisés, le travail le plus important qui ait été publié jusqu'à présent sur les Diatomées de la Flore française. C'est une étude très complète, très approfondie et très consciencieuse, appelée à former la base de notre Flore diatomique.

Le nombre des espèces d'Auvergne antérieurement décrites ne dépassait pas 122, le frère Héribaud porte ce nombre à 700, dont plus de 100 sont nouvelles pour la Flore universelle, tant vivante que fossile.

Sont distinguées en florules spéciales : les Diatomées des sources minérales; celles de la plaine, des montagnes; et enfin, les Diatomées fossiles.

Les 100 espèces nouvelles sont décrites avec détails et figurées avec une exactitude irréprochable à la chambre claire et au grossissement uniforme de 600 diamètres.

Nous proposons d'accorder au frère **Héribaud**, le savant auteur des *Diatomées d'Auvergne*, un second prix Montagne.

## ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

### PRIX THORE.

(Commissaires : MM. Van Tieghem, Bornet, Duchartre, Chatin ; Émile Blanchard, rapporteur.)

La Commission décerne le prix à M. **Cuénot** pour une série de travaux relatifs à la physiologie des insectes.

M. Cuénot a observé avec un soin particulier, un singulier moyen de défense de l'organisme chez les insectes. L'animal est-il inquiété, il rejette par la bouche et par des déchirures qui s'effectuent dans les articulations des membres, un liquide coloré, nauséabond, qui n'est autre chose que le sang.

L'observation a été poursuivie chez un grand nombre d'espèces, comme les Cantharidides, du genre Meloë, comme les Chrysomélides des genres Timarcha et Adimonia, ainsi que chez les Coccinelles. M. Cuénot a trouvé dans la cavité du cœur chez les Insectes orthoptères des corpuscules dont il a étudié la structure intime, ces corpuscules ayant pour rôle l'élimination.

Un autre travail de M. **Cuénot** porte sur divers points d'anatomie et de physiologie de l'ordre des Orthoptères, étude de l'absorption intestinale, de l'excrétion par les tubes de Malpighi, une recherche sur la constitution et la reproduction des globules du sang.

### PRIX SAVIGNY.

(Commissaires : MM. Milne-Edwards, de Lacaze-Duthiers, Blanchard, Edmond Perrier; Grandidier, rapporteur.)

Le prix Savigny pour 1894 est décerné à M. **Mayer-Eymar**, de Zurich, en récompense des recherches conchyliologiques qu'il a accomplies en Égypte et qui lui ont permis de déterminer l'âge géologique des différents terrains de cette région de l'Afrique.

## PRIX DA GAMA MACHADO.

(Commissaires : MM. Milne-Edwards, Blanchard, Ranvier, de Lacaze-Duthiers; Edmond Perrier, rapporteur.)

Le prix da Gama Machado doit être décerné au meilleur Mémoire *Sur les parties colorées du système tégumentaire des animaux ou sur la matière fécondante des êtres animés*.

Deux concurrents ont déposé des travaux répondant à une partie de ce programme : MM. **Phisalix**, assistant au Muséum d'histoire naturelle, et **Joubin**, professeur adjoint à la Faculté des Sciences de Rennes. Tous deux se sont occupés des conditions de coloration du système tégumentaire des Mollusques Céphalopodes (Seiches, Calmars, Poulpes); tous deux ont soumis au jugement de l'Académie des Sciences de courtes Notes qui auraient sans doute gagné à être réunies en un ensemble présentant un exposé complet de l'état de la Science relativement au point spécial qu'elles traitent. La Commission n'a pas cru devoir proposer à l'Académie de décerner le prix dans ces conditions. Elle lui demande seulement d'accorder à M. Phisalix un encouragement à prendre sur le fonds da Gama Machado.

M. le Dr Phisalix (1) a étudié avec beaucoup de soin et de méthode les conditions dans lesquelles s'accomplissent les changements de couleur parfois si rapides que présente la peau des Céphalopodes, changements qui d'une part trahissent leurs émotions, et d'autre part permettent à l'animal de mettre sa couleur en harmonie avec celle du fond sur lequel il vit, et de se dissimuler ainsi presque complètement aux regards durant ses longues chasses à l'affût. Les instruments de ces changements de coloration sont de grandes cellules chargées de pigment qui se retrouvent chez tous les animaux aptes à modifier leur teinte, comme le fait le Caméléon, et qui

(1) L. Phisalix, *Sur la nature du mouvement des chromatophores* (*Comptes rendus*, 19 octobre 1891). — *Recherches physiologiques sur les chromatophores* [*Archives de Physiologie, normale et pathologique*, avril 1892 (16 pages)]. — *Structure et développement des chromatophores chez les Céphalopodes* [*Ibid.*, juillet 1892 (12 pages et 1 planche)]. — *Sur un centre d'inhibition chez les Céphalopodes; constriction paralytique des chromatophores* [*Société de Biologie*, 4 novembre 1893 (2 pages)]. — *Nouvelles recherches sur les chromatophores des Céphalopodes* [*Archives de Biologie*, janvier 1894 (9 pages)].

ont reçu le nom de *chromatophores*. Les chromatophores sont connus de longue date; on sait depuis longtemps qu'ils sont susceptibles de s'étaler ou de se contracter; quand ils s'étalent, ils communiquent au moins partiellement leur teinte à la peau; quand ils se contractent, ils n'interviennent que faiblement dans la détermination de la couleur de l'animal. Les Caméléons, qui ont des chromatophores de diverses couleurs sur lesquels ils peuvent agir séparément, se nuancent de la façon la plus variée. Les Céphalopodes qui n'ont que des chromatophores noirs peuvent passer du noir au blanc en traversant toutes les nuances du gris. Comment les mouvements de dilatation et de contraction des chromatophores sont-ils obtenus? Dès 1844, en étudiant l'embryogénie des Céphalopodes, Kölliker avait découvert autour de chaque tache pigmentée une couronne de fibres rayonnantes qu'il considéra comme des muscles. Suivant lui, ces muscles, en se contractant, étalaient le chromatophore; en se relâchant ils lui permettaient de se ramasser sur lui-même en vertu de son élasticité ou de se laisser refouler par les tissus élastiques qui l'environnaient, ce qui revenait au même. Cette théorie a été acceptée, à la suite de recherches personnelles, par H. Müller, F. Boll, G. Pouchet, Klemensiewicz, Frédéricq. Au contraire, Harting, Raphaël Blanchard, P. Girod considèrent les fibres rayonnantes de Kölliker comme des fibres conjonctives ou nerveuses, dénuées, en tout cas, de contractilité; incapables, par conséquent, de déformer par traction le chromatophore. Celui-ci serait contractile par lui-même et se déformerait, en vertu de cette contractilité propre, sous la stimulation des nerfs. Dans une Note aux *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, en date du 5 janvier 1891, M. Joubin, à qui l'Académie a déjà accordé un encouragement sur le prix da Gama Machado, s'est rallié à cette manière de voir; il admet cependant que les fibres rayonnantes sont musculaires chez le chromatophore jeune; mais elles se transformeraient, suivant lui, en fibres conjonctives chez le chromatophore adulte.

En présence de ce différend, M. le D^r Phisalix a repris l'étude physiologique des chromatophores et montré par des expériences variées qu'en toutes circonstances ces éléments réagissaient comme s'ils étaient soumis à une action musculaire. L'excitation du nerf palléal notamment détermine, dans des conditions convenablement choisies, tout à la fois la contraction du manteau et la dilatation des chromatophores et les détermine à un degré proportionnel d'intensité. La correspondance étroite des deux

phénomènes, en toutes circonstances, rend déjà problable que les mouvements des chromatophores sont bien dus à une action musculaire, et que leur dilatation correspond à une contraction musculaire, comme le veut la théorie de Kölliker.

On peut, à la vérité, répondre qu'il y a là une forte présomption, mais non une démonstration rigoureuse, et que le chromatophore peut, en somme, réagir lui-même à la façon d'une fibre musculaire. Pour lever cette objection, M. le D[r] Phisalix détruit la partie centrale d'un chromatophore, de manière à n'en laisser subsister que la lisière; cette lisière se déforme sous l'action des excitants comme le ferait le chromatophore lui-même; la périphérie d'un chromatophore est ensuite détruite de manière à détacher les fibres rayonnantes, l'intégrité de l'élément étant d'ailleurs aussi complètement conservée que possible, tout mouvement n'en est pas moins aboli. C'est donc bien autour du chromatophore, et non en lui, que résident les éléments actifs; ces éléments sont musculaires; les seules parties qui s'attachent au chromatophore sont les fibres rayonnantes de Kölliker. Ces fibres sont donc musculaires. Peut-être doit-on regretter que M. le D[r] Phisalix n'ait pas fait une étude histologique plus complète des éléments contestés, dont il n'a publié que des figures partielles, et que les dessins qui les environnent n'aient pas été eux-mêmes analysés en détail.

M. le D[r] Phisalix a recherché ensuite où résidaient, dans les ganglions cérébroïdes, les centres coordinateurs des mouvements des chromatophores; en usant des méthodes diverses de destruction et d'excitation en usage pour l'étude physiologique des centres nerveux, il est arrivé à établir que la dilatation des chromatophores est produite par l'excitation de fibres nerveuses occupant dans le tronc palléal une position déterminée et aboutissant à des centres spéciaux, situés dans le lobe moyen des masses nerveuses sous-œsophagiennes; l'action de ces centres est croisée. D'autres centres situés à la face inférieure des ganglions sus-œsophagiens sont susceptibles d'exercer sur les nerfs dilatateurs une action inhibitoire qui amène la contraction passive des chromatophores et la pâleur du corps.

Outre ces recherches physiologiques, évidemment fort instructives, M. le D[r] Phisalix s'est également préoccupé de déterminer exactement le mode de développement des chromatophores. Là aussi, deux doctrines étaient en présence. Klemensiewicz et Girod ont soutenu que le chromatophore tout entier se développe aux dépens du mésoderme; M. L. Joubin

affirme, au contraire, que l'origine des chromatophores est double; la cellule pigmentée proviendrait de l'exoderme, les fibres radiaires du mésoderme.

A l'égard de cette doctrine dernière, M. le Dr Phisalix fait d'abord remarquer qu'il se forme des chromatophores pendant toute la vie de l'animal, alors que l'exoderme a depuis longtemps produit toutes les différenciations dont ses éléments sont susceptibles. Effectivement chez l'animal adulte, M. Phisalix a toujours vu les chromatophores nouveaux se constituer dans le derme, aux dépens des cellules conjonctives de la peau, ce qui est conforme aux propriétés connues de ces cellules; il n'a vu aucune différence entre le mode de formation de ces éléments chez l'animal adulte et chez l'embryon. L'ensemble des faits recueillis par M. le Dr Phisalix, leur accord avec de nombreuses observations dues à d'autres savants, la variété et la précision des méthodes au moyen desquelles il a effectué ses recherches, semblent donner raison aux opinions qu'il soutient. Toutefois, ainsi qu'il le reconnaît lui-même, nombre de points demeurent encore obscurs, notamment en ce qui concerne le mode d'innervation des chromatophores. De plus, les recherches n'ont porté que sur un petit nombre de types; l'évolution des chromatophores n'a pas été suivie chez le même animal au cours de toute leur durée et les apparences qui ont trompé quelques-uns de ses devanciers n'ont pas toujours été expliquées. C'est pourquoi la Commission a cru devoir, cette année encore, réserver le prix, tout en reconnaissant le grand mérite des recherches déjà accomplies par M. Phisalix.

D'autre part, M. L. Joubin est entré dans une voie nouvelle. Les travaux qu'il a adressés à l'Académie n'ont plus trait aux chromatophores, ni même à la coloration de la peau chez les Céphalopodes [1].

Les *Histioteuthis* sont de grands Calmars des régions profondes de la

---

[1] L. Joubin, *Recherches sur l'appareil lumineux d'un Céphalopode* (Histioteuthis Ruppellii, *Vérany*), 32 pages; Rennes, 1893. — *Note complémentaire sur l'appareil lumineux d'un Céphalopode* (Histioteuthis Ruppellii, *Vérany*) [*Bulletin de la Société médicale de l'Ouest* (9 pages)]. — *Note sur une adaptation particulière de certains chromatophores d'un Céphalopode* (*l'œil thermoscopique du Chiroteuthis Bomplandi, Vérany*) [*Bulletin de la Société zoologique de France,* 1893 (6 pages)]. — *Quelques organes colorés de la peau chez deux Céphalopodes du genre Chiroteuthis* (*Mémoires de la Société zoologique de France,* 1893 (13 pages). — *Voyages de la goëlette* Melitta *sur les côtes orientales de l'Atlantique et dans la Méditerranée* (Céphalopodes) [*Ibid.,* 1893 (12 pages)].

Méditerranée, dont les téguments sont parsemés de taches lumineuses; les *Chiroteuthis* sont également des Céphalopodes de la Méditerranée et des mers chaudes, remarquables par leur extraordinaire transparence et la longueur singulière de leurs bras. M. Joubin a étudié la structure histologique des organes lumineux des *Histioteuthis;* il a décrit et photographié, avec soin, les divers appareils réflecteurs et réfringents qu'ils contiennent; il a signalé chez les *Chiroteuthis,* une curieuse transformation des chromatophores en organes, qu'il croit destinés à percevoir la chaleur et qu'il nomme des *yeux thermiques;* ces mêmes *Chiroteuthis* posséderaient de petits miroirs à éclat argentin propres à attirer les proies; des ventouses tentaculaires tranchant par leur couleur noire sur le fond transparent des bras et qui non seulement serviraient d'appât, mais seraient capables de saisir de petits animaux à l'aide d'un réseau protoplasmique, qui n'a pas d'analogue chez les autres Céphalopodes; la palette tentaculaire a encore, chez ces animaux, des ventouses plus compliquées, fortement armées, munies d'une sorte de perle noire servant d'appât, et d'un cercle corné et denté, puissant instrument de préhension. Ce sont là des découvertes du plus haut intérêt. Mais M. Joubin est au début de ses recherches. Les très intéressantes découvertes anatomiques qu'il a déjà faites sur les Céphalopodes sont susceptibles d'une grande extension; il serait intéressant de savoir s'il n'existe pas des organes de transition entre les chromatophores ordinaires et les organes photogènes ou thermoscopiques qu'il a indiqués; les interprétations encore hypothétiques, que ces organes lui ont suggérées, demandent à être exactement mises au point par des recherches nouvelles; la Commission de l'Académie se félicite d'avoir pu prendre connaissance des faits recueillis déjà par le jeune et habile naturaliste de Rennes; elle a examiné, avec le plus grand intérêt, les dessins, les photographies et les préparations qui lui ont été soumis et, se rappelant que M. Joubin a déjà mérité les encouragements de l'Académie pour la première partie de ses recherches, elle espère pouvoir, dans une occasion prochaine, récompenser d'une manière plus effective les résultats définitifs.

## MÉDECINE ET CHIRURGIE.

---

### PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Verneuil, Marey, Bouchard, Potain, Larrey, Sappey, Chauveau, Brouardel; Guyon, rapporteur.)

La Commission nommée par l'Académie pour examiner les ouvrages qui ont pris part au concours pour les prix Montyon de Médecine et de Chirurgie vous propose de décerner les récompenses suivantes :

Trois prix à :

MM. les docteurs **Félizet**, pour son *Traité des hernies inguinales de l'enfance;*

**Laborde**, pour son Ouvrage intitulé : *Traitement physiologique de la mort;*

**Panas**, pour son *Traité des maladies des yeux*.

Trois mentions à :

MM. les docteurs **Legendre** et **Broca**, pour leur *Traité de thérapeutique infantile médico-chirurgicale;*

**Vacquez**, pour un Mémoire *Sur la thrombose cachectique;*

**Vaudremer**, pour son Travail *Sur les méningites suppurées non tuberculeuses*.

Cinq citations à :

MM. les docteurs **Marcel Baudouin**, pour son Livre *Sur la Médecine transatlantique;*

**Ferreira**, pour ses *Études sur la coqueluche*

**Ernest Martin**, pour son Ouvrage *Sur l'opium, ses abus; mangeurs et fumeurs d'opium;*

**Pietra Santa**, pour ses *Recherches sur la fièvre typhoïde à Paris;*

**Voisin** et **Petit**, pour leurs *Recherches sur l'épilepsie*.

La Commission propose à l'Académie d'allouer un encouragement à M. **Marcel Baudouin** et à M. **Ernest Martin**.

*Rapport de M. le Dr* **Verneuil** *sur le « Traité des hernies inguinales de l'enfance », par M. le Dr* Félizet, *chirurgien de l'hôpital Tenon.*

On a tant et si bien écrit sur la Pathologie herniaire que l'on aurait pu croire ce chapitre parachevé.

Il n'en était pourtant pas ainsi; en effet, jusqu'à ce jour, on avait étudié à peu près exclusivement les hernies inguinales chez l'adulte, mais personne n'avait entrepris de recherches spéciales sur celles de l'enfant, lesquelles cependant, et M. Félizet le démontre surabondamment, présentent des lésions, des caractères cliniques, une évolution, un pronostic qui leur sont propres, le tout impliquant un traitement particulier.

Cette thèse a été développée par l'auteur dans un traité complet, fort étendu sans être prolixe, écrit clairement, méthodiquement, dans une forme excellente, que l'on rencontre assez rarement aussi parfaite dans les œuvres de science et de pratique surtout.

Dans ce Livre, rempli d'aperçus et de détails nouveaux, tout est coordonné, tout est en son lieu, depuis l'historique, naturellement assez court, jusqu'aux notions d'Anatomie normale et pathologique, de diagnostic et de traitement.

Il y a place même pour une critique fine, un peu vive parfois, ne dépassant néanmoins jamais les limites permises.

La partie consacrée à la Thérapeutique est excellemment exposée; les indications et contre-indications opératoires sont discutées avec une mesure, une sagesse dignes d'être louées, surtout par le temps qui court. La technique, le choix des procédés, les soins consécutifs, les résultats éloignés sont l'objet de chapitres distincts, parmi lesquels il faut remarquer celui où l'auteur décrit la façon dont il opère et à laquelle il doit tant de succès.

Cent cinq observations inédites appuient l'argumentation et soixante-treize dessins intercalés dans le texte facilitent l'intelligence des descriptions.

Bref, il s'agit d'une monographie complète très digne de la haute récompense que votre Commission vous propose de lui accorder.

*Rapport de M.* **Marey** *sur l'Ouvrage de M. le Dr* Laborde, *intitulé : « Traitement physiologique de la mort ».*

Sous ce titre qui demande à être expliqué, l'auteur a voulu montrer que la mort se produit par des phases successives : la première consiste dans l'arrêt des fonctions respiratoire et circulatoire, tandis que persistent encore, sans manifestations extérieures et d'une façon latente, les propriétés fonctionnelles des tissus et des éléments. Une simple suspension de l'action respiratoire et des mouvements du cœur n'est encore que la mort apparente, mais cet état deviendra la mort définitive avec extinction des propriétés des éléments organiques et des tissus si, par quelque moyen puissant, on n'arrive à réveiller l'activité respiratoire et à rappeler les mouvements du cœur.

Les expériences physiologiques de M. Laborde ont montré que, parmi les excitations nerveuses qui provoquent à titre réflexe les mouvements respiratoires, il en est une beaucoup plus efficace que toute autre, et qui consiste à exercer des tractions rythmées sur la langue du sujet en état de mort apparente.

Ces tractions produisent une série d'excitations des nerfs sensitifs de la langue, et ces excitations centripètes, portées jusqu'au centre bulbo-myélitique des mouvements de la respiration, provoquent un réflexe centrifuge par les nerfs moteurs de l'appareil respiratoire, et en particulier par le nerf phrénique, moteur du diaphragme.

La réalité de ce mécanisme nerveux est démontrée par les expériences de M. Laborde qui, d'une part, en coupant les nerfs sensitifs de la langue, a vu que les tractions exercées sur cet organe restaient inefficaces et, d'autre part, que la section du nerf phrénique abolit également le retour de la respiration, quoique les nerfs sensitifs de la langue soient intacts.

Après de nombreuses expériences physiologiques par lesquelles M. Laborde a rappelé à la vie des animaux mis en état de mort apparente par toute sorte de moyens, l'auteur a expérimenté sur l'homme et a obtenu des succès éclatants.

A l'heure actuelle on compte plus de cent cas de rappel à la vie dans différentes formes d'asphyxie, parmi lesquelles l'asphyxie des nouveau-nés compte pour plus de la moitié.

Ces cas sont d'autant plus remarquables que, dans un grand nombre

d'entre eux, on avait essayé vainement les autres moyens usités pour réveiller les mouvements respiratoires. Chez des nouveau-nés, par exemple, on avait inutilement pratiqué l'insufflation pulmonaire pendant fort longtemps, vingt minutes et même davantage. Les tractions rythmées de la langue ont rapidement amené les mouvements de la respiration et le rappel à la vie.

Des noyés, des pendus et même des sujets asphyxiés par des gaz toxiques ont été sauvés par la méthode de M. Laborde. Et ce n'est pas entre ses mains seulement que les tractions rythmées de la langue ont produit ces beaux résultats, mais un grand nombre de praticiens qui avaient recouru à cette méthode avec peu de confiance et en désespoir de cause en sont aujourd'hui des partisans convaincus.

En présence de ces importants résultats, votre Commission a considéré que M. **Laborde** avait rendu un grand service à l'humanité et à la Science; elle a été unanime pour lui décerner un des prix Montyon de Médecine et de Chirurgie.

*Rapport de M. le Dr* **F. Guyon** sur le *Traité des maladies des yeux, par M. le Dr* Panas, *professeur de clinique ophtalmologique à la Faculté de Médecine de Paris.*

Ce grand Ouvrage, à l'exécution duquel M. **Panas** a apporté toutes les qualités conquises par une longue expérience, résume les leçons et les travaux de ce professeur. C'est une œuvre entièrement personnelle. Elle l'est non seulement parce que l'auteur n'a pas craint d'assumer l'immense labeur que nécessitait la rédaction de deux Volumes et l'a menée à bonne fin, sans le secours d'aucun collaborateur, mais parce que nous y trouvons exposées ses idées et sa pratique. M. Panas ne s'est voué à l'étude spéciale de l'Ophtalmologie qu'après avoir pratiqué et enseigné pendant de longues années la Chirurgie générale, après s'être adonné à l'étude des Sciences anatomiques et physiologiques, et après avoir conquis toutes les situations qui conduisent aux Hôpitaux et à la Faculté.

Dans ces conditions, M. Panas pouvait écrire dans un esprit vraiment chirurgical un Traité des maladies des yeux; y mettre la marque d'un sens clinique élevé, y faire figurer des recherches dont le nombre, la précision et la nouveauté donnent à son livre le caractère scientifique.

Il n'est aucune question touchant à l'Anatomie, à la Physiologie, à la

Bactériologie, à la Pathologie, aux principes et aux applications de l'asepsie et de l'antisepsie qui n'ait été abordée et résolue.

Qu'il me soit permis de signaler la description de la zone de Zinn, celle du muscle ciliaire, celle de l'angle iridien, l'évolution de la rétine, la description de la capsule de Tenon, les ailerons d'arrêt qui relient les muscles droits inférieur et supérieur avec les muscles obliques, le développement des paupières, l'étude des glandes palpébrales et des glandes lacrymales, du système veineux de l'orbite, et les intéressantes et savantes recherches sur la nutrition de l'œil.

Si j'ai pu, par cette énumération, marquer la valeur scientifique du Traité d'Ophtalmologie, il me serait plus facile encore d'en indiquer la portée pratique. Mais la si grande notoriété de M. Panas est trop affirmée pour que semblable démonstration soit nécessaire. Ce qui a déterminé le vote de la Commission chargée d'examiner les Ouvrages adressés à l'Académie pour le concours des prix Montyon de Médecine et de Chirurgie c'est le désir légitime d'honorer et de récompenser à la fois le grand et bel Ouvrage qui résume un des enseignements les plus écoutés de notre Faculté de Médecine, et l'un de ses professeurs les plus hautement et les plus justement estimés. L'un et l'autre font honneur à la Science française.

*Rapport de M. le Dr* **Potain.**

M. **Vacquez** a présenté au concours, pour le prix Montyon, trois Mémoires relatifs à la Pathologie du système veineux, qui se complètent mutuellement, l'un traitant de la Phlébite des membres, un autre de la Thrombose cachectique, un troisième de la Phlébite non oblitérante des tuberculeux.

Dans cette série de travaux, l'auteur s'est attaché surtout à résoudre une partie des questions que soulève encore la formation des thromboses veineuses dans la phlegmatia des cachectiques. Il a établi notamment par la discussion des faits antérieurement connus, par des observations nouvelles, par des études anatomo-pathologiques et des expérimentations nombreuses : que l'hyperinose et l'inopexie invoquées comme causes de la coagulation sont des abstractions purement hypothétiques; que la stagnation non plus n'y suffit jamais, quelle que soit son origine; que les veines oblitérées chez les cachectiques sont le siège d'altérations inflammatoires toujours constatables quand elles sont recherchées avec un soin suffisant;

que ces lésions occupent tantôt la face interne du vaisseau, tantôt l'épaisseur de sa paroi ; qu'elles sont la cause et non la conséquence de la coagulation et peuvent produire des concrétions qui tapissent la paroi de la veine sans en oblitérer le calibre; enfin, qu'elles résultent de l'action d'agents microbiens divers dont il a constaté la présence sous la forme de staphylocoques, de zooglées, voire même de bacilles tuberculeux, soit dans les bourgeonnements de la face interne et les coagulum qui les recouvrent, soit dans les capillaires de la paroi dont le sang est coagulé.

Il a constaté, en outre, que les éléments endothéliaux sont à leur contact toujours altérés et que leur sécrétion est une cause active de coagulation sanguine.

Ses expérimentations ont établi d'une façon positive qu'un traumatisme aseptique de la face interne du vaisseau peut bien provoquer, quand il est suffisant, la formation d'un coagulum; mais que le coagulum n'a, dans ce cas, qu'une existence éphémère et disparaît à mesure que la lésion se répare; que la présence d'agents infectieux au milieu des éléments altérés par le traumatisme, retardant ou empêchant cette réparation, a pour conséquence la persistance du caillot et la constitution, enfin, d'une maladie véritable, point de départ de la phlegmasie.

Ce processus suivi chez les animaux, il l'a retrouvé chez l'homme, non seulement dans la phlegmatie des accouchées et des typhiques, mais dans celle même des cancéreux et des tuberculeux. Il a pu suivre ainsi l'agent infectieux depuis sa pénétration dans l'organisme jusqu'au vaisseau dont il détermine l'oblitération, et il a montré que la phlegmatie des chlorotiques même n'échappe sans doute pas à cette loi générale.

Ce travail apporte donc une élucidation nouvelle à l'histoire d'une affection jusqu'ici assez obscure à bien des égards. Les observations qui s'y trouvent sont recueillies et étudiées avec beaucoup de soin, les expérimentations conduites avec une très grande rigueur.

Pour tous ces motifs votre Commission l'a jugé digne d'obtenir une récompense de l'Académie et vous propose de lui accorder une mention.

*Traité de Thérapeutique infantile médico-chirurgicale; par MM.* Le Gendre *et* Broca.

Le Livre de MM. **Le Gendre** et **Broca** n'est pas seulement l'exposé clair et complet des moyens que la Thérapeutique peut fournir au médecin

dans le traitement des maladies de l'enfant. Il se distingue par des parties originales, qui ont paru à votre Commission mériter une récompense importante.

Je signale particulièrement l'étude tout à fait nouvelle et d'une importance pratique considérable, sur les bains chauds successifs à température graduellement moins élevée, qui ont permis aux auteurs de réduire notablement la mortalité dans le traitement de la broncho-pneumonie, cette complication si redoutable des maladies de l'enfance.

*Des méningites suppurées non tuberculeuses; par M.* H. Vaudremer.

Ce travail est surtout une revue générale sur la question de la pluralité des espèces morbides qui ont comme manifestation locale la méningite suppurée. Cette revue, qui est d'ailleurs complète, était déjà une nouveauté.

L'auteur y a ajouté, et c'est son titre principal à la récompense décernée à son travail, des observations personnelles intéressantes, accompagnées de recherches expérimentales. Toutes ne conduisent pas à des conclusions positives, mais elles sont un premier pas dans une voie qui mérite d'être poursuivie.

*La Médecine transatlantique; par M.* M. Baudouin.

Sous ce titre, M. le Dr **Baudouin** a publié son Rapport de mission à l'Exposition de Chicago. Il y a ajouté d'innombrables documents sur la population, la morbidité, l'hygiène aux États-Unis. C'est le premier Ouvrage d'ensemble qui ait paru, en France, sur ces questions. On y trouve réunis des renseignements qu'il serait difficile de se procurer ailleurs, et qui rendront de réels services à ceux qui s'occupent de démographie, de prophylaxie, d'assistance et d'enseignement.

*Rapport de M. le* baron **Larrey** *à l'Académie des Sciences.*

Le Dr **Ernest Martin**, ex-médecin-major de l'École Polytechnique et de la Légation de France à Pékin, a publié, en 1893, un Ouvrage ayant pour titre : *L'Opium, ses abus; mangeurs et fumeurs d'opium, morphinomanes.*

Ce Livre, déjà présenté au public par un avant-propos technique de notre savant confrère M. Henri Moissan, a été transmis à l'Institut pour

la Commission des prix de Médecine, qui m'a chargé de lui en rendre compte, dans le concours des prix Montyon de 1894.

L'auteur, établissant d'abord l'origine asiatique du pavot et de son extrait, l'opium, démontre son usage progressif et cependant modéré chez les Orientaux, tandis que son abus toujours croissant s'est manifesté, plus tard, en Europe. M. E. Martin le démontre par des recherches nouvelles, avec la compétence d'un observateur attentif et persévérant. Il décrit trois formes de l'intoxication par l'opium, la plus redoutable de toutes, en établissant des formes et des degrés, non encore décrits, de la morphinomanie, d'après la statistique de la morbidité et de la mortalité.

Ici apparaissent les premières expériences de laboratoire faites par l'auteur de ce travail d'ensemble et par de savants collaborateurs, MM. les professeurs Henri Moissan et Gréhant, au moyen d'échantillons rares d'opium, rapportés de Saïgon, du Tonkin et de la Chine par M. Ernest Martin.

Le fait nouveau qui ressort de cette étude, m'a écrit l'auteur lui-même, c'est que lorsque la température de l'opium dépasse 300°, il se produit des composés essentiellement toxiques, tandis que si le fumeur n'atteint pas ce degré, il ne provoque qu'une minime partie de morphine avec des parfums agréables : là est l'explication de l'immunité pour la plus grande partie des nombreux fumeurs d'opium de la Chine.

Ajoutons que l'auteur a complété son œuvre par des recherches physiologiques sur les animaux et enfin sur lui-même en personne, sans chercher à s'en prévaloir, et parmi les conclusions multiples de son œuvre originale trop peu connue encore, il a pu constater une différence sensible entre le système nerveux central de l'homme et celui des animaux.

Les abus de l'opium, dit-il enfin, en font, sans contredit, l'un des plus redoutables fléaux de l'humanité : c'est à la fois un poison physique et un poison moral, ou un poison social, démontrant, au sein des nations les plus civilisées, les funestes effets de la morphinomanie.

M. Ernest Martin rappelle d'ailleurs loyalement les recherches qui ont précédé les siennes, et parmi les observateurs dont il n'oublie pas les noms, il cite spécialement le docteur Leveinstein, en Allemagne, et le professeur Ball, en France.

La conclusion du rapporteur actuel de l'Académie sur le livre de l'*Opium*, c'est que, à défaut d'un prix, l'auteur, aujourd'hui retraité, sans clientèle médicale et sans fortune, a au moins mérité une citation et un

encouragement pécuniaire qui l'indemnise des dépenses faites par lui pour contribuer aux progrès de la Science française.

## PRIX BARBIER.

(Commissaires : MM. Bouchard, Chatin, Guyon, Potain; Verneuil, rapporteur).

Si la tâche de rapporteur est quelque peu onéreuse, on la remplit néanmoins sans regret quand il s'agit de faire connaître et apprécier des travaux de premier ordre, jetant éclat et gloire sur notre belle et utile science médicale.

C'est à une pareille œuvre que votre Commission vous invite aujourd'hui à décerner le prix Barbier. L'auteur, M. **Henri Leloir**, professeur de Dermatologie à la Faculté de Médecine de Lille, déjà connu par un magnifique Livre sur la lèpre, vient de lui donner un pendant d'égale valeur en réunissant ses recherches, commencées en 1878 et poursuivies jusqu'en 1892, dans un *Traité pratique, théorique et thérapeutique de la scrofulo-tuberculose de la peau et des muqueuses adjacentes,* dans lequel le lupus vulgaire, avec ses variétés et ses formes atypiques, tient la plus grande place.

Pour mener à bien ce labeur important et difficile, M. Leloir a mis en œuvre toutes les ressources de la Science moderne : histologie, bactériologie, inoculation, observation clinique, statistique, histoire, bibliographie, et pour vous donner une idée de la persévérance et de l'opiniâtreté laborieuse de notre jeune confrère, qu'il suffise de rappeler que ses études cliniques ont porté sur 2000 malades environ, que ses recherches de laboratoire macroscopiques, microscopiques, expérimentales résument 300 cas, dont 200 de lupus cutané; que son index bibliographique ne remplit pas moins de 28 pages sur deux colonnes d'un volume in-4°, et que le tout est illustré par un magnifique Atlas de 15 planches en chromolithographie et héliogravure et par de nombreux dessins insérés dans le texte; c'est vous dire que ni temps, ni peine, ni sacrifices d'aucun genre n'ont été épargnés pour faire du Traité de scrofulo tuberculose cutanée-muqueuse une des plus remarquables productions de notre littérature scientifique contemporaine, et l'un des plus brillants chapitres de cette Dermatologie à l'édification de laquelle l'École française a toujours contribué pour une si large part.

Je puis ajouter : 1° que la forme ne le cède en rien au fond et que ce gros volume se lit d'un bout à l'autre sans fatigue et sans ennui ; 2° que, si l'on y trouve approfondi et éclairé sur toutes ses faces un point de Pathologie spéciale, rien n'y est négligé pour rattacher ce point à la Pathologie générale et à cette grande question de la tuberculose qui préoccupe tant, et à si juste titre, tous les pathologistes, les praticiens et les expérimentateurs de notre époque ; 3° que partout l'on rencontre des faits nouveaux, des vérités méconnues mises en lumière, et des erreurs mises à néant, grâce à l'étendue des connaissances d'un nosographe éminent qui, je le dis à sa louange, n'a du spécialiste que le titre officiel.

Le travail de M. Artault a nécessité de nombreuses expériences ; il est intéressant par ses déductions pratiques autant que par la constatation des faits qui s'y trouvent signalés. L'auteur a étudié en particulier les conditions de l'infection de l'œuf, surtout de celle qui se produit après la ponte.

Indépendamment des champignons qui pénètrent dans l'œuf et dont plusieurs avaient été déjà signalés, il a fait une étude plus détaillée des microbes qui trouvent dans l'œuf comme un milieu de culture : le *Micrococcus pyogenes aureus*, le *Bacillus prodigiosus*, le *B. violaceus*, le *B. subtilis*, le *B. pyocyaneus*, le *Bacterium termo*.

Pour tous ces motifs, votre Commission vous demande d'accorder le prix Barbier à M. le professeur **Henri Leloir**.

Toutefois, elle réclame également deux mentions honorables, l'une pour M. le Dr **Artault**, pour ses *Recherches bactériologiques, mycologiques, zoologiques et médicales sur l'œuf de la poule ;* l'autre pour M. le Dr **Tscherning**, pour l'instrument de son invention auquel il donne le nom d'*aberroscope*.

## PRIX BRÉANT.

(Commissaires : MM. Marey, Verneuil, Guyon, Potain ; M. Bouchard, rapporteur.)

La péripneumonie épizootique des bêtes à cornes est une maladie très grave qui prélève sur l'agriculture de l'Europe et, en particulier, de la France un énorme tribut. Elle est à chaque instant l'occasion ou le prétexte d'entraves à la liberté du commerce entre les nations ; elle impose directement à l'État de lourdes charges, tant pour la surveillance sanitaire que pour les indemnités accordées aux propriétaires dont on fait abattre

d'office les animaux malades ou simplement suspects. Un crédit de *cinq cent mille francs* est inscrit annuellement au budget français en vue de ces indemnités. Cette somme est insuffisante et, cette année en particulier, des crédits supplémentaires devront être demandés.

Depuis 1852, pour garantir les troupeaux, mais surtout pour rendre possible le repeuplement des étables infectées, on a recours à la vaccination qui se pratique en inoculant de la sérosité extraite d'un poumon malade, à l'extrémité de la queue d'un animal sain. Une lésion analogue à celle du poumon se produit à la queue et, si l'animal guérit, il a conquis l'immunité, non sans dangers ni sans dommages. L'organe siège de l'inoculation tombe en gangrène soixante à quatre-vingts fois sur *mille* inoculations, et même les animaux inoculés meurent quinze fois sur mille.

Un des dangers de cette maladie, c'est l'existence d'une forme chronique où le mal est pendant longtemps impossible à diagnostiquer, et où cependant l'animal infecté est capable de transmettre partout où il passe l'affection épizootique.

Il appartient à M. **Arloing** d'avoir démontré, isolé, cultivé et inoculé l'agent virulent spécifique de la péripneumonie contagieuse du bœuf; d'avoir substitué les cultures pures de cet agent à la sérosité du poumon malade dans la pratique des inoculations préventives; d'avoir fourni un moyen révélateur des cas de péripneumonie difficiles à diagnostiquer.

Diverses tentatives avaient été faites de 1851 à 1879 pour étudier expérimentalement le virus péripneumonique. Après les essais de Willems, de Van Kempen, de Voigtlænder, d'Ercolani, de Gastaldi, un résultat sembla être obtenu en 1879 par Bruylands et Verriest qui, cultivant la sérosité pulmonaire, obtinrent des *cocci* isolés ou groupés en chaînettes plus ou moins longues. Inoculées à la lancette, ces cultures déterminèrent des pustules qui n'avaient rien de caractéristique.

La critique de ce travail fut faite par M. Pasteur le 11 novembre 1882 dans une Note à la Société d'Agriculture de Melun. M. Pasteur déclare que les résultats de Bruylands et Verriest sont le fait d'erreurs au cours des manipulations; que recueilli à l'abri de toute contamination par des microbes étrangers le virus, même conservé à l'étude, ne laisse pas découvrir d'organismes microscopiques; que les essais de culture dans nos milieux ordinaires restent également infructueux.

De nouveaux essais de Poels et Nollen en 1884, de Lustig en 1885, n'ont pas été jugés plus démonstratifs que ceux de Bruylands et Verriest.

M. Arloing, en 1886, reprit ces tentatives et, malgré les insuccès de

M. Pasteur, essaya la culture sur nos milieux habituels soit liquides, soit solides. Il crut d'abord obtenir plusieurs microbes différents. Ce n'étaient plus des *cocci*, mais des bacilles, les uns liquéfiant la gélatine, les autres non liquéfiants. L'insuccès d'un grand nombre de cultures, tandis que d'autres étaient fertiles, lui donna à penser que la répartition des microbes est inégale dans les tissus et dans les humeurs morbides. Au lieu de répandre sur la surface de l'agar une goutte de liquide, il touche cette surface un grand nombre de fois avec la pointe de l'aiguille chargée chaque fois au contact du tissu malade d'une quantité imperceptible de sérosité. Par ce moyen, il obtient toujours sur quelques points la fertilité de l'ensemencement. M. Arloing a d'ailleurs constaté que les bacilles qu'il a ainsi extraits par culture de l'œdème du poumon malade se multiplient dans la sérosité de cet œdème quand on la place dans l'étuve. Il a établi plus tard que les deux bacilles, celui qui liquéfie et celui qui ne liquéfie pas la gélatine, ne sont qu'un seul organisme qui peut présenter des degrés d'activité divers, deux races d'une même espèce.

Les cultures de ce bacille, quand on les injecte en quantité suffisante donnent, dans le tissu cellulaire sous-cutané, des inflammations de tout point comparables, y compris le séquestre, à celle que provoque sous la peau de la queue l'injection de la sérosité. Injectées directement dans le poumon elles donnent la pneumonie interstitielle comparable à celle de la maladie dite spontanée. Exceptionnellement, les injections intra-veineuses de cultures provoquent des inflammations métastatiques qui ne manquent pas d'analogie avec celles de la maladie naturelle.

M. Arloing a démontré que cette propriété de provoquer l'inflammation est due aux matières que sécrète le bacille. Il obtient ces inflammations en injectant la sérosité pulmonaire ou les cultures après une filtration capable de les débarrasser de tout organisme figuré. La qualité phlogogène appartient à une substance précipitable par l'alcool.

Des objections s'étant produites au sujet de la spécificité de ce bacille et cette assertion ayant été formulée que la sérosité virulente peut ne laisser découvrir aucun bacille ni par coloration ni par culture, M. Arloing a institué des expériences qui, à la fois, contredisent cette assertion et apportent un nouvel appui à sa doctrine. Il montre que si la sérosité, au moment où on la recueille sur le poumon, peut être assez pauvre en microbes pour que le hasard des préparations n'en fasse pas découvrir et pour que le hasard des inoculations laisse indemne de toute inflammation un certain nombre d'animaux inoculés, il n'en est plus de même quand cette sérosité

très pauvre en microbes a été portée à l'étuve. Les microbes alors s'y multiplient au point de rendre bientôt la sérosité opalescente. En même temps l'insuccès des inoculations se fait de plus en plus rare et l'intensité de la réaction locale devient de plus en plus accusée : le tout sans qu'il y ait eu introduction accidentelle d'un microbe étranger.

Les inoculations sous-cutanées des cultures, quand on les fait à petite dose, ne provoquent qu'une lésion locale insignifiante sans retentissement général appréciable. Elles laissent cependant après elles l'état d'immunité aussi bien que les inoculations de sérosité qui exposent l'animal à des mutilations fâcheuses et même à la mort. Depuis dix-sept mois, dans deux secteurs de Paris et du département de la Seine, l'inoculation est pratiquée comparativement avec les cultures et avec la sérosité dans les conditions prévues par la loi. Au 15 août dernier, 2434 inoculations avaient été faites par la sérosité, 2146 par les cultures. Ces vaccinations, faites sur des vaches laitières saines qu'on introduisait dans des étables contaminées, ont donné sensiblement le même chiffre d'insuccès. La maladie s'est développée chez 10,37 pour 100 des vaches inoculées avec la sérosité; chez 9,59 pour 100 de celles qui ont reçu les cultures.

Le dernier point sur lequel l'attention doit être appelée dans l'étude que M. Arloing a faite de la péripneumonie épizootique du bœuf, c'est l'action que les extraits des cultures du bacille de cette maladie provoquent sur la respiration, sur la température, sur certaines sécrétions, action beaucoup plus marquée chez les animaux atteints de péripneumonie que chez les autres. C'est un effet comparable à ceux des extraits du bacille de la tuberculose, du bacille de la morve, etc., et qui fait que la pneumobacilline est révélatrice au même titre que la tuberculine ou la malléine.

Une œuvre si complète, si originale, si laborieusement conduite, si riche d'applications pratiques, nous a paru mériter à son auteur une grande récompense prise sur les arrérages du prix Bréant.

## PRIX GODARD.

(Commissaires : MM. Bouchard, Verneuil, Sappey, Potain ;
Guyon, rapporteur.)

La Commission propose à l'Académie d'accorder le prix Godard à MM. **Melville-Wassermann** et **Noël Hallé.**

Ces auteurs nous ont adressé deux Mémoires intitulés :

*Contribution à l'anatomie pathologique des rétrécissements de l'urètre,* par MM. les docteurs Melville-Wassermann et Noël Hallé; 1891.

*Urétrite chronique et rétrécissements; nouvelle contribution à l'anatomie pathologique des rétrécissements de l'urètre,* par MM. Melville-Wassermann et Noël Hallé; 1894.

Depuis plusieurs années, MM. Wassermann et Hallé ont étudié, avec toutes les ressources de la technique anatomique moderne, les rétrécissements de l'urètre chez l'homme. Leurs recherches ont porté sur 15 cas et l'urètre a été complètement examiné en se conformant à une même méthode, celle des coupes transversales en série. Dans tous les cas, une succession de coupes perpendiculaires à sa direction ont été pratiquées sur toute l'étendue de la verge. Les examens anatomo-pathologiques ont donc été extrêmement multiples. C'était le seul moyen de prendre une idée exacte du calibre de l'urètre et des lésions si importantes du corps spongieux.

Les résultats de ces consciencieuses et patientes études, poursuivies par deux hommes d'une grande instruction, précisent l'Anatomie pathologique des rétrécissements. Nous savons maintenant :

Que le canal est atteint du méat jusqu'au col vésical et que, si le rétrécissement ne se produit que sur un ou plusieurs points limités, l'urétrite scléreuse, qui lui donne naissance, étend son action à la plus grande partie du canal;

Que l'urètre pathologique n'adosse plus ses parois; sur la coupe il présente un trou ou une fente béante à parois rigides. C'est une véritable cavité pathologique où les sécrétions de la muqueuse malade et l'urine peuvent stagner et s'altérer;

Que les lésions épithéliales sont particulièrement intéressantes, et par leur multiplicité et par leurs formes diverses, enfin par leur étendue; qu'il y a des relations étroites entre les altérations épithéliales et les lésions des tissus sous-jacents;

Que les lésions du corps spongieux ont une importance spéciale. La lésion essentielle du rétrécissement est, en effet, la sclérose interstitielle;

Que dans presque tous les cas le rétrécissement est constitué par un anneau fibreux complet;

Que les lésions péri-urétrales sont toujours profondes au niveau du point rétréci;

Que dans l'anneau fibreux se retrouvent d'autres éléments disséminés, vestiges de ceux qui entrent dans la structure de la paroi normale;

Que des lésions remarquables d'endo- et de péri-artérite allant jusqu'à l'oblitération sont généralement rencontrées;

Qu'il existe souvent en arrière du rétrécissement des végétations embryonnaires fort vasculaires et parfois volumineuses;

Que les glandes et lacunes sont toujours atteintes jusqu'à disparaître et peuvent, dans une certaine mesure, influer sur la production et déterminer la direction des lésions;

Que les fistules ont leur orifice dans les angles de la fente à la jonction des parois antérieures et postérieures de l'urètre, qu'elles sont entièrement revêtues d'une couche épithéliale parfaitement constituée.

Il s'agit donc d'un travail anatomo-pathologique vraiment scientifique, renfermant des faits nouveaux et précis, donnant une description d'ensemble qui n'avait pas encore été faite et rentrant exactement dans le programme du prix Godard. La Commission l'a, pour ces motifs, jugé digne de cette haute récompense.

## PRIX PARKIN.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, Verneuil, Brouardel; Potain, rapporteur.)

MM. **Behal** et **Choay** ont présenté au Concours pour le prix Parkin un travail manuscrit intitulé : *Étude chimique complète des créosotes officinales et de leurs principaux composants.*

C'est chose toujours extrêmement utile et méritoire que l'étude d'une substance médicamenteuse poussée assez loin pour en préciser rigoureusement les caractères et lui assurer une constance de composition qui, seule, permet de l'introduire avec sécurité dans la thérapeutique.

Ce travail, MM. Behal et Choay l'ont entrepris pour la créosote, substance qui tend à prendre une place de plus en plus grande dans la matière médicale, mais dont la composition imparfaitement connue et variable était un grand obstacle à son emploi méthodique. Ils paraissent l'avoir poussé à la dernière perfection.

Non seulement ils ont analysé des créosotes de diverses provenances et de divers pays, et montré quelles différences considérables les séparent et d'où résultent ces différences, mais ils ont établi la présence dans les

meilleures sortes d'un certain nombre de composants mal ou peu connus, notamment de monophénols ou éthylphénols. Puis ils ont précisé les proportions des éthers de diphénols (gaïacols, créosols, homocréosols, crésylols et xylénols). Ils se sont donné la peine de préparer synthétiquement plusieurs de ces corps, de façon à les caractériser rigoureusement et à les pouvoir reconnaître avec certitude. Grâce à ce travail considérable, ils sont parvenus à créer une méthode d'analyse très exacte et à rendre précis le titrage des créosotes.

Ils ont ainsi fourni le moyen de déceler des fraudes très condamnables qui consistent à extraire de la créosote les parties les plus actives et les plus précieuses, et à livrer au commerce comme créosote pure un produit à peu près inerte ou purement nuisible. Enfin, ayant obtenu les composants de la créosote dans un état de pureté absolu, ils ont rendu possible l'étude sérieuse de leur action physiologique.

Votre Commission a pensé qu'un travail aussi considérable, aussi consciencieux et aussi accompli, méritait votre entière approbation, et elle vous propose de lui décerner intégralement le prix Parkin.

## PRIX BELLION.

(Commissaires : MM. Bouchard, Potain, baron Larrey, Guyon; Brouardel, rapporteur.)

La Commission vous propose de partager le prix Bellion entre M. le D^r **Lardier**, de Rambervilliers, et MM. **Beni-Barde** et **Materne**, et d'accorder une mention honorable à M. le D^r **Renon**.

M. le D^r **Lardier**, de Rambervilliers, poursuit depuis de longues années, avec une ardeur infatigable, l'application des mesures de prophylaxie qui résultent des progrès de l'Hygiène publique. Il a eu une large part dans l'organisation sanitaire du département des Vosges, qui, sous ce rapport, tient un des premiers rangs parmi les départements de la France. Il me suffira, pour justifier cette opinion, de citer quelques-uns des mémoires qu'il a adressés à l'Académie. *La revaccination obligatoire dans les écoles* (1889). — *Le service de la revaccination en France et l'opinion du Comité consultatif d'Hygiène* (1889). — *Le service de la vaccination devant le Conseil général des Vosges* (1891). — *De la prophylaxie des maladies épidémiques et transmissibles* (1888). — *Étiologie de la fièvre typhoïde dans les*

*hameaux* (1891). — *De la pneumonie infectieuse* et, enfin, une étude faite en commun avec M. Pernet sur *Une épidémie de dysenterie à Rambervilliers en* 1889. Les auteurs démontrent que cette épidémie a eu pour cause la contamination des eaux de boisson.

Cette énumération incomplète suffit pour montrer dans quelle direction se sont poursuivis, avec une persévérance qui ne s'est pas démentie, les efforts du Dr Lardier; votre Commission vous propose de le récompenser en lui accordant le prix Bellion.

MM. les Drs **Beni-Barde** et **Materne** ont publié un Livre très documenté sur l'*Hydrothérapie dans les maladies chroniques et les maladies nerveuses*. Les applications froides qui constituent la base du traitement occupent une place importante; mais, à côté d'elles, on trouve, outre une étude très complète des effets du calorique sur le corps humain, un exposé des avantages que l'on peut tirer de l'alliance de l'eau chaude avec l'eau froide quand on veut acclimater les malades rebelles aux applications froides ou atténuer l'excitation qu'elles provoquent chez eux. Dans la seconde partie de l'ouvrage, MM. Beni-Barde et Materne passent en revue les maladies de la nutrition qui sont tributaires de cette médication et donnent pour chacune d'elles les indications et les contre-indications qui leur sont propres.

Votre Commission vous propose d'accorder le prix Bellion à MM. **Beni-Barde** et **Materne** conjointement avec M. le Dr **Lardier**.

M. le Dr **Renon** a publié un bon travail sur la *Pseudotuberculose aspergillaire*. Cette maladie survient chez les gaveurs de pigeons qui aspirent accidentellement les spores d'*Aspergillus fumigatus* répandues quelquefois sur la surface des graines. Les lésions que provoquent les spores de l'*Aspergillus* consistent essentiellement en tubercules en tous points comparables aux tubercules produits par le bacille de Koch.

Votre Commission vous propose d'accorder une mention honorable à M. le Dr **Renon**.

## PRIX MÈGE.

(Commissaires : MM. Blanchard, Potain, Guyon, baron Larrey, Brouardel; Sappey, rapporteur.)

M. **Faure**, prosecteur de l'École anatomique des hôpitaux, a présenté pour le prix Mège un travail qui a pour titre : *Études sur les ligaments sus-*

*penseurs du foie, sur les déplacements de cet organe, sur les inconvénients qu'entraînent ces déplacements et sur la thérapeutique à leur opposer.*

Ce travail est le résultat de longues et sérieuses recherches. Les ligaments qui attachent le foie au diaphragme sont multiples et depuis longtemps déjà avaient fixé l'attention des anatomistes. En les passant successivement en revue, M. Faure a réussi à compléter leur étude, en y ajoutant quelques faits nouveaux, et surtout en donnant aux faits déjà connus une plus grande précision. Il démontre que parmi ces ligaments suspenseurs, celui qui porte le nom de ligament transverse est en réalité le seul qui mérite ce nom. Il a constaté en outre que les deux lames contribuant à le former sont beaucoup plus espacées qu'on ne l'avait pensé jusqu'alors; l'intervalle qui les sépare n'est pas d'un centimètre, mais de trois à quatre et quelquefois cinq.

Le point le plus important des études de l'auteur est relatif au rôle que joue la veine cave inférieure dans la suspension et la fixation du foie; cette veine, en effet, adhère à l'orifice qu'elle traverse par un tissu conjonctif très dense. Elle contribue ainsi très efficacement à immobiliser la glande hépatique. Grâce à cette adhérence et à la solidité du ligament transverse, la glande se trouve fortement unie à la concavité du diaphragme, d'où sa fixité habituelle.

Cependant cette fixité n'est pas telle que la glande soit complètement immobilisée, et d'ailleurs on voit quelquefois le ligament coronaire se relâcher, s'allonger et permettre alors au foie de légers déplacements qui, d'abord très limités, acquièrent avec le temps une importance de plus en plus grande. En même temps le tissu conjonctif qui unissait la veine cave inférieure à l'orifice diaphragmatique devient plus lâche et concourt à favoriser la mobilité de l'organe; de là un abaissement de celui-ci qui peut descendre, dans quelques cas, jusque dans la fosse iliaque droite et même jusque dans l'excavation du bassin. On comprend sans peine que, dans de telles conditions, la glande se déplace plus ou moins selon nos attitudes, comprime alors les viscères de l'abdomen et devient ainsi le point de départ de malaises et de certains troubles. Ces malaises et ces troubles fonctionnels, très bien étudiés et décrits par M. Faure, constituent les symptômes de la mobilité du foie, symptômes qui ne sont pas sans analogie avec ceux du rein mobile, mais qui entraînent des conséquences plus fâcheuses que les déplacements de ce dernier viscère. L'auteur signale un grand nombre d'exemples de ces foies mobiles, qui avaient été mentionnés par d'anciens pathologistes, mais oubliés ou méconnus par les modernes. Il étudie aussi

les divers moyens employés pour les combattre, ou pour en atténuer les fâcheux effets.

En résumé, le travail de M. **Faure** se recommande par l'exposé de quelques faits anatomiques nouveaux et intéressants, et par une très bonne étude du foie mobile, étude très digne de fixer l'attention des médecins de notre époque. Telles sont les considérations qui ont porté votre Commission à lui décerner le prix Mège.

## PRIX LALLEMAND.

(Commissaires : MM. Marey, Ranvier, Potain, Milne-Edwards; M. Ch. Bouchard, rapporteur.)

La Commission décerne le prix à M. **Gley**; une mention honorable à M. **Nabias**; une autre mention à M. **P. Janet**.

*Rapport sur les travaux de M.* Gley; par M. **Ch. Bouchard**.

La Commission du prix Lallemand décerne le prix à M. Gley pour son *Étude des phénomènes physiologiques liés à l'activité psychique*, et pour une série de travaux *Sur la physiologie des nerfs*.

M. Gley a établi, par des recherches expérimentales, dont les premières remontent à 1880-1881, que, sous l'influence du travail intellectuel, la pulsation de l'artère carotide augmente d'amplitude, que la ligne d'ascension devient plus rapide, que les ondulations secondaires se multiplient sur la ligne de descente, tous caractères qui sont en rapport avec un écoulement plus facile du sang dans les branches terminales de l'artère explorée. Il a vu que ces caractères étaient d'autant plus marqués que l'attention est plus forte, ce qui paraît établir une corrélation entre l'intensité du phénomène psychique et l'activité de la circulation dans l'encéphale. Il a montré que ces modifications de la circulation artérielle ne sont pas le résultat de changements dans l'action du cœur ou dans les mouvements respiratoires, qu'elles doivent, par conséquent, être rapportées à des phénomènes vaso-moteurs périphériques, à des actions vaso-dilatatrices, comme celles qui s'accomplissent dans les glandes en fonctionnement.

Il convient de rapprocher de ces faits d'autres constatations faites par le même expérimentateur en 1884, et desquelles il résulte que le travail

intellectuel prolongé élève la température centrale d'un dixième de degré par heure.

Je signale également des expériences délicates où M. Gley a réussi à inscrire les mouvements inconscients qui s'accomplissent sous l'influence de diverses représentations mentales, mouvements dont l'amplitude est en rapport avec l'intensité même de ces représentations.

Je trouve à signaler, dans la portion de l'œuvre physiologique de M. Gley qui vous est soumise, d'autres découvertes intéressantes, dont plusieurs ont un haut degré d'importance.

En 1886, M. Gley a montré que l'excitation du sympathique abdominal provoque, par action réflexe, la sécrétion de la glande sous-maxillaire. Il a établi que l'excitation électrique *continue* de cette glande produit, dans des conditions déterminées, une sécrétion périodique. C'est le commencement d'une étude des actions rythmiques appliquée aux phénomènes sécrétoires.

Dans le cœur, on savait que les mouvements rythmiques sont arrêtés définitivement par l'excitation électrique de la surface de l'organe. M. Gley a obtenu la simple suspension des contractions rythmiques et déterminé les conditions dans lesquelles elle peut être obtenue. Cet effet suppose la participation des centres ganglionnaires intra-cardiaques.

L'influence des centres ganglionnaires sur la circulation, il l'a poursuivie jusque dans les cellules nerveuses, qui se trouvent disséminées le long des vaisseaux, dont il est parvenu à séparer l'action de celle qu'exercent les centres vasculaires de la moelle et du bulbe.

Même pour des centres d'innervation vasculaires rapprochés anatomiquement d'une façon très étroite, il est arrivé à établir des dissociations fonctionnelles.

C'est ainsi que, étudiant avec M. Charrin les effets de certains poisons sécrétés par le bacille pyocyanique, il a pu constater la paralysie des centres vaso-dilatateurs bulbo-médullaires, alors que les centres vaso-constricteurs conservent toute leur excitabilité.

Récemment, M. Gley a découvert que le nerf splanchnique exerce sur le réservoir lymphatique abdominal, sur la citerne de Pecquet, une action dilatatrice manifeste. Jusqu'à ce jour des difficultés techniques considérables s'étaient opposées à la démonstration rigoureuse de l'action du système nerveux sur les vaisseaux lymphatiques. Ces nouvelles recherches apportent cette démonstration, en même temps qu'elles révèlent la présence, dans le tronc du splanchnique, de fibres dilatatrices et qu'elles mon-

trent la réalité de l'influence que le système nerveux exerce sur des vaisseaux du type veineux.

*Rapport de M.* **Potain** *sur l'Ouvrage de M.* P. Janet, *intitulé : « État mental des hystériques ».*

M. **P. Janet** a présenté au concours, pour le prix Lallemand, un petit volume ayant pour titre : « État mental des hystériques ».

Cet Ouvrage est une analyse très délicate et très attentive des perturbations que subissent, chez les hystériques, les phénomènes de sensibilité, d'idéation, de volition et de mouvement. La multiplicité de ces perturbations et les réactions mutuelles qui en dérivent les rendent presque toujours singulièrement difficiles à interpréter. C'est seulement à force d'ingéniosité et d'observation patiente que l'auteur y est le plus souvent parvenu. Il a eu d'ailleurs le mérite de savoir résister aux entraînements de l'imagination, de se tenir toujours au plus près des faits observés, ou du moins de ne pas confondre les déductions directes de ceux-ci avec les hypothèses séduisantes dont ils peuvent être le point de départ. L'analyse psychologique de l'hystérie est particulièrement traitée dans ce Livre avec beaucoup de finesse et de soin, l'étant par un homme évidemment rompu à l'étude des choses qui sont du domaine de la pensée.

Un pareil travail n'est point susceptible d'analyse. Mais il aide à concevoir l'étonnante variété des désordres nerveux qu'offrent les hystériques, et il est un guide utile au milieu de ce dédale. Votre Commission a donc pensé qu'il était digne des encouragements de l'Académie et vous propose de le mentionner honorablement.

## PHYSIOLOGIE.

### PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Marey, Bouchard, Duclaux, Potain, d'Arsonval, Chauveau.)

De nombreux travaux ont été envoyés au concours. La Commission en a distingué cinq, dont deux présentent un grand intérêt. Aussi proposet-elle de diviser le prix entre MM. **Phisalix** et **Bertrand**, d'une part, **Raphaël Dubois**, d'autre part. Elle accorde une mention honorable à M. **Morot**, et deux mentions, l'une à M. **Blanc**, l'autre à M. **Philippon**.

MM. **Phisalix** et **Bertrand** ont présenté au concours l'ensemble de leurs travaux sur les venins. L'immunité bien connue de certains animaux venimeux à l'égard des venins qu'ils fabriquent a été le point de départ des recherches nouvelles contenues dans ces travaux.

S'appuyant d'abord sur les propriétés physiques, chimiques et physiologiques du venin de crapaud, MM. Phisalix et Bertrand ont démontré sa présence en notable quantité dans le sang de cet animal. Ce fait les a conduits à l'hypothèse que l'immunité relative du crapaud pour son propre venin est due à une accoutumance. Ils ont donné plus de force à cette explication vraisemblable en étendant leurs résultats à d'autres animaux venimeux : la salamandre, dont le venin se rapproche chimiquement de celui du crapaud, et la vipère dont le venin en diffère complètement.

Cette relation si évidente entre la composition du sang et la présence de glandes venimeuses apporte à la théorie de la sécrétion interne des glandes un appui qui n'a pas échappé à nos auteurs. Mais cette théorie était passible d'une objection. Fontana avait montré depuis longtemps que les couleuvres résistent au venin de la vipère. Et pourtant, ces serpents aglyphodontes ne sont pas connus comme venimeux. Or, les expériences de MM. Phisalix et Bertrand ont montré que cette exception n'était qu'apparente et que le cas des couleuvres rentrait dans la règle générale. En effet, leur sang jouit de la même toxicité que celui de la vipère, et cette toxicité coexiste avec la présence de glandes venimeuses homologues de celles de

la vipère. Cette découverte, déjà importante au point de vue de l'Anatomie comparée, apportait un nouvel argument en faveur des hypothèses émises par MM. Phisalix et Bertrand.

Les principes actifs du venin de la vipère, malgré l'analyse faite par Lucien Bonaparte, qui le rapprochait de la ptyaline, étaient assez peu connus. C'est à l'occasion des précédentes recherches que les auteurs ont repris l'étude encore incomplète du venin de vipère. L'idée d'une analogie entre les virus et les venins découlait de la notion introduite dans la science par M. Chauveau sur les poisons solubles d'origine microbienne. Cette idée a été émise par divers expérimentateurs, mais sans aucune démonstration à l'appui. La preuve a été entièrement fournie par MM. Phisalix et Bertrand. L'application méthodique de la chaleur leur a permis de différencier dans le venin de vipère plusieurs substances toxiques à peine soupçonnées avant eux. Les deux principales ont reçu les noms d'*échidnase* et d'*échidnotoxine*. La première possède une action locale et ne résiste pas à une très courte ébullition; la deuxième a une action générale qui se traduit surtout par des troubles nerveux et vaso-moteurs; elle détermine rapidement la mort. Quoique non détruite par une très courte ébullition, l'échidnotoxine n'en est pas moins sensible à la chaleur et, suivant l'intensité et la durée du chauffage, elle subit une atténuation plus ou moins complète. Après avoir soumis du venin frais à une température de 75° à 90° pendant cinq minutes, on peut, sans danger, en inoculer une dose mortelle dans les conditions ordinaires à un cobaye de 500gr. Le plus souvent même on n'observe aucun trouble appréciable. Cependant, sous l'influence modificatrice de la chaleur, le venin a acquis une nouvelle propriété : il détermine une vaccination, d'où le nom d'*échidno-vaccin* donné au venin ainsi modifié.

Quant au mécanisme de cette vaccination, il a été établi par une série d'expériences.

L'état vaccinal n'est pas engendré dans l'organisme par la circulation de la matière vaccinante elle-même; il apparaît peu à peu et n'est réalisé complètement qu'après quarante-huit heures. Si l'on éprouve l'animal pendant cette période, il succombe d'autant moins vite qu'on s'éloigne davantage du moment de l'inoculation vaccinale.

*L'immunisation n'est donc pas produite directement par la matière vaccinante : elle résulte d'une réaction de l'organisme.*

Cette réaction de l'organisme a pour conséquence l'apparition dans le sang de nouvelles substances jouissant de la propriété de rendre inoffen-

sive l'inoculation d'un venin mortel. Ces substances, dites *antitoxiques*, ne protègent pas seulement l'animal qui les a fabriquées : inoculées à un animal indemne, elles le préservent contre une inoculation mortelle. Quand le sang antitoxique est mélangé au venin, il le rend inoffensif. Cela ne résulte pas d'une action chimique exercée sur le venin (dans certaines conditions, le mélange conserve toute sa toxicité), mais au contraire d'une excitation de l'organisme opposée à celle du venin ; en un mot, le sang antitoxique n'est pas un antidote, mais un antagoniste du venin.

Comment se produit cette substance antitoxique du sang? Se basant sur les caractères de similitude de l'échidno-vaccin et des diastases, les auteurs ont pensé que l'antitoxine est due à une réaction chimique entre l'échidno-vaccin et l'un des principes du sang. Cette hypothèse a été en partie vérifiée par l'expérience. Un mélange de sang normal et d'échidno-vaccin, mis à l'étuve pendant quarante-huit heures, acquiert des propriétés antitoxiques évidentes. Toutefois, il faut observer que les propriétés antitoxiques d'un tel mélange sont inférieures à celles du sang d'animaux vaccinés; il est donc légitime d'admettre que, dans l'organisme vacciné, la substance d'où procède l'antitoxine est produite à fur et à mesure de sa transformation sous l'influence de l'échidno-vaccin.

Tous ces faits peuvent être considérés comme la base scientifique des essais de séro-thérapie contre la morsure des serpents venimeux.

M. Raphael Dubois a présenté une très intéressante monographie d'un curieux mollusque : la Pholade Dactyle. Il s'est surtout attaché à l'étude physiologique d'un appareil particulier à ce coquillage marin : le siphon.

Cet organe est remarquable par le grand nombre de fonctions diverses qu'il remplit. Pour M. Dubois, en effet, le siphon est non seulement un appareil contractile servant à la locomotion, mais il est également un organe servant à l'élimination, à l'excrétion, au tact, à l'audition, à l'olfaction, à la gustation, à la vision et enfin à la production de la lumière.

En réalité, par des expériences très bien conduites, M. Dubois prouve que l'élément musculaire constituant le siphon répond par une contraction aux excitants les plus divers : excitants mécaniques, chimiques, physiologiques, vibrations sonores, lumineuses, etc.

La forme de la contraction varie suivant la nature de l'excitant et aussi suivant son intensité. Les différents rayons du spectre, par exemple, provoquent des contractions qui diffèrent d'une couleur à l'autre. Tels sont les faits fondamentaux nouveaux que l'auteur établit par des expériences nombreuses qui sont conduites avec beaucoup d'ingéniosité.

Le siphon est encore doué de la fonction photogénique précédemment étudiée par l'auteur chez les élatérides lumineux. Comme chez ces derniers, la lumière émise est due à un phénomène physiologique de l'ordre des fermentations.

De ces divers faits, très bien observés, l'auteur tire des conclusions qui lui servent à établir des théories personnelles sur le mécanisme des sensations en général, et sur nombre d'autres points intéressants de Physiologie générale.

M. **Morot** a élucidé le problème des pelotes que l'on rencontre si souvent dans l'estomac des Léporidés.

La ressemblance qui existe entre les pelotes stomacales du lapin et les pelotes stercorales, c'est-à-dire les crottes de l'animal, avait fait naître l'idée que celles-ci n'étaient autres que celles-là, dégluties par le sujet. Mais, pour arriver à la démonstration, il a fallu à M. Morot de longues observations poursuivies de jour et de nuit, d'abord infructueusement, puis avec un plein succès, quand la condition nécessaire à ce succès eut été trouvée et réalisée.

Cette condition, c'est l'état d'isolement et de calme absolus. Si l'animal se sent observé, il s'abstient de tout acte dont on puisse tirer une interprétation de l'existence des pelotes stomacales. C'est en aveuglant complètement, par incision des globes oculaires, les sujets mis en observation que M. Morot a pu réaliser ladite condition. L'animal aveuglé peut être observé, pendant la nuit, à la lumière d'une bougie, sans que son attention soit excitée par la présence de l'observateur. On constate alors que l'animal assoupi se réveille de temps en temps et s'incurve de manière à approcher le museau de la région anale. Il recueille alors une crotte avec les lèvres, l'introduit dans sa bouche et l'y retourne plusieurs fois avant de procéder à la déglutition. L'observateur a pu constater souvent la présence de la pelote stercorale dans la cavité buccale. Jamais l'animal ne s'adresse aux pelotes déjà évacuées depuis un certain temps.

On est donc fixé maintenant sur l'interprétation qu'il convient de donner des pelotes stomacales des Léporidés. Il s'agit là d'un phénomène singulier, peu connu, contesté, qui avait fait penser aux anciens que les Léporidés possèdent une sorte de rumination. Ce phénomène a été éclairci par M. Morot à l'aide d'observations et d'expériences très nombreuses et très bien faites.

M. **Blanc** concourt avec ses *Études anatomo-physiologiques sur certains vers à soie.*

Ces études portent sur le *Bombyx Mori* et sur certaines espèces industrielles. On y trouve une bonne description de la tête et de l'appareil séricigène. Dans la tête, les glandes salivaires, celles de Filippi et la structure des poils sont l'objet de description détaillées, où certaines erreurs sont relevées relativement à la disposition anatomique de ces organes. La structure de l'appareil séricigène a été également fort bien étudiée. Quant aux faits nouveaux signalés par M. Blanc, on ne saurait les révoquer en doute, car ils ont été confirmés par un habile observateur, M. Gibson.

Au point de vue physiologique, M. Blanc a suivi dès son origine la formation du brin de soie. Il le montre engendré par la fibroïdine qui apparaît sous forme de granulations isolées qui se fusionnent en une masse homogène cylindrique, le brin. En arrière du réservoir où le brin se forme, le grès est sécrété et enveloppe comme un fourreau le cylindre de fibroïdine. En avant du même réservoir, les cellules sécrètent un liquide clair, la mucoïdine, qui faciliterait le glissement du brin dans le canal excréteur. Pour M. Blanc, la matière colorante qui teint en jaune certaines soies se forme dans le sang et cette coloration ne peut être provoquée par aucun genre d'alimentation.

Les muscles qui font contracter la filière produisent la soudure des éléments constitutifs du brin qui, dans le *Bombyx Mori,* est généralement bien filé, à moins que certains globules fibrogènes ne s'égarent dans le grès et ne subissent isolément le laminage.

Pour M. Blanc comme pour Verson, la mue des vers serait produite par les glandes pilifères dont les produits s'épancheraient entre le derme et la cuticule.

On peut regretter que l'auteur n'ait pu déterminer le mécanisme de la sécrétion des glandes salivaires non plus que de celles de Filippi, qu'il n'ait pu retrouver la mucoïdine sur le fil de soie et qu'il soit réduit à des hypothèses sur la formation du grès. Mais il faut tenir compte de l'extrême difficulté du sujet due à l'exiguïté des organes et à la faible quantité des produits sécrétés. En somme le travail de M. Blanc est très étendu, consciencieux et assez riche en faits nouveaux pour mériter une mention.

M. **Philippon** est mentionné pour ses recherches sur les effets physiologiques de la compression et de la décompression de l'air.

## PRIX POURAT.

(Commissaires : MM. Bouchard, Potain, Guyon, Marey, Chauveau; d'Arsonval, rapporteur.)

La question posée pour le prix Pourat, en 1894, était formulée ainsi :

*Des influences qu'exercent le pancréas et les capsules surrénales sur le système nerveux et, réciproquement, des influences que le système nerveux exerce sur ces glandes, étudiées surtout au point de vue physiologique.*

En 1889, von Méring et Minkowski ont montré les premiers que l'*extirpation totale* du pancréas produit constamment le diabète sucré. Les travaux subséquents de Hédon, Thiroloix, Gley, etc., nous ont appris que ce diabète ne tenait ni à la suppression du suc pancréatique, ni à l'irritation traumatique des nerfs. L'altération de la nutrition qui caractérise le diabète pancréatique doit être attribuée à une modification qui se produit dans la composition du sang quand le pancréas est absent.

Dans un premier travail, fait en collaboration avec son maître, notre Confrère M. Chauveau, M. **Kaufmann** a montré que l'hyperglycémie diabétique reconnaît toujours pour cause un excès dans la production du sucre et que cette surproduction se fait exclusivement dans le foie. Si l'ablation du pancréas amène toujours l'hypersécrétion sucrée du foie, il faut donc admettre que le pancréas verse dans le sang une sécrétion qui est frénatrice de la glycoso-formation hépatique. Les mêmes auteurs démontrent de plus que le foie, organe glycoso-formateur, et le pancréas, organe frénateur de la même fonction, sont soumis l'un et l'autre à l'influence régulatrice du système nerveux. Ils admettent deux centres nerveux antagonistes, l'un excito-moteur du foie et l'autre fréno-sécréteur du pancréas et inversement, à la suite de leurs expériences.

Par quel mécanisme s'exerce cette action frénatrice de la sécrétion pancréatique? Est-ce en agissant sur le foie directement ou bien par l'intermédiaire du système nerveux? Pour répondre à cette question M. Kaufmann énerve complètement le foie en conservant le pancréas. Dans ces conditions il n'y a jamais augmentation du sucre dans le sang, les animaux guérissent; mais si l'on vient alors à supprimer le pancréas, aussitôt le diabète apparaît. Ces expériences établissent donc solidement ce fait nouveau et important, à savoir que le foie et le pancréas sont associés dans la fonction glycémique et agissent synergiquement.

Maintenant quelles sont les influences nerveuses qui modifient la sécrétion interne du pancréas normalement, et corrélativement, la production du sucre par le foie?

En énervant successivement le foie, le pancréas, ou les deux à la fois, en même temps qu'il excite le système nerveux par la piqûre diabétique de Claude Bernard, M. Kaufmann nous montre que le système nerveux agit sur ces deux glandes à la fois. L'excitation qui augmente la sécrétion pancréatique diminue en même temps la glycoso-formation dans le foie, et réciproquement.

Il ressort donc de ces expériences les conclusions suivantes: Les cellules hépatiques possèdent une activité glycoso-formatrice propre en dehors du système nerveux, comme on le constate sur un foie énervé; 2° le pancréas a une sécrétion interne propre qui arrête cette transformation; 3° le système nerveux agit synergiquement sur le foie et sur le pancréas pour activer la fonction glycoso-formatrice et réfréner la fonction pancréatique, et inversement.

Tels sont les résultats acquis par les belles expériences de M. Kaufmann. Elles élucident certains points de la pathogénie du diabète sucré; aussi votre Commission vous propose-t-elle, à l'unanimité, de décerner le prix Pourat à M. **Kaufmann**.

M. **Thiroloix** s'est, de son côté, beaucoup occupé des fonctions du pancréas. Il a fait de nombreuses expériences sur l'ablation et l'ectopie de cet organe. Il a même réussi une véritable greffe pancréatique, et non plus seulement la marcotte ou l'ectopie de l'organe. Il a fait de nouvelles expériences sur l'influence du jeûne dans la production du diabète consécutif à l'extirpation du pancréas. Les résultats qu'il a obtenus en piquant le bulbe sur un animal à pancréas ectopié sont nouveaux et d'un réel intérêt. Dans la partie consacrée à la détermination du rôle du pancréas, l'auteur trouve aussi, comme M. Kaufmann, que le pancréas et le foie sont associés dans la fonction glycémique. Dans le cours de son travail, l'auteur cite les expériences de MM. Chauveau et Kaufmann, celles postérieures de M. Kaufmann et les confirme par des expériences personnelles. Il présente des observations cliniques intéressantes et traite ensuite des fonctions des capsules surrénales. Il confirme, au sujet de ces organes, les connaissances que nous devons à MM. Brown-Séquard, Abelous et Langlois, etc.

En somme, le Mémoire de M. Thiroloix renferme un très grand nombre d'expériences soignées dont quelques-unes apportent des faits nouveaux

qui, sans avoir l'importance des faits trouvés par M. Kaufmann, sont dignes d'intérêt. Aussi votre Commission vous propose-t-elle d'accorder à M. **Thiroloix** une mention avec encouragement.

## GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.

### PRIX GAY.

(Commissaires : MM. Daubrée, Fouqué, Milne-Edwards, Van Tieghem ; Albert Gaudry, rapporteur.)

Lorsqu'on visite le Plateau central de la France, on entend parler de choses merveilleuses, découvertes depuis quelques années : des grottes telles que celle de Dargilan avec une salle haute de 60 mètres et des stalactites féeriques, celles de Bramabiau et de Padirac avec cascades et rivières où l'on fait de longues navigations, des couloirs souterrains qui ont été suivis sur une longueur de plusieurs kilomètres; on descend dans des gouffres que jusqu'alors aucun être humain n'avait osé aborder; à la lumière du magnésium, on illumine d'immenses cavités de roches où apparaissent des magnificences qui semblaient réservées pour les surfaces que le soleil éclaire.

Qui donc nous révèle ce monde inconnu? Quel audacieux ose le premier s'enfoncer dans des abîmes où chaque pas est un danger? Ce n'est pas un savant de profession, c'est un Agréé au Tribunal de commerce, M. **Martel**. Son nom est dans toutes les bouches des paysans de la Lozère; on le prononce comme celui d'un bienfaiteur, car ses découvertes étonnantes amènent de nombreux visiteurs et par conséquent un peu de bien être dans une des régions les plus pauvres, les plus isolées de la France. Comme il y a des savants qui se plaisent à gravir les hautes montagnes et d'autres qui explorent le fond des mers, M. Martel a la passion de pénétrer dans l'intérieur de la terre pour y découvrir ce qu'il y a de plus caché,

Son amour pour l'inconnu est devenu communicatif. Il a eu de nombreux et dévoués collaborateurs : M. Goupillat, M. de Launay, professeur à l'École des Mines, M. Rupin, bien d'autres encore.

Ses recherches ont eu lieu pendant six années, de 1888 à 1893. Après la

Lozère et le Gard, il a fouillé l'Hérault, l'Ardèche, l'Aveyron, le Lot, la Dordogne et plusieurs autres parties de la France. Il a visité aussi les cavités du sol de la Belgique, de l'Autriche et de la Grèce. Il évalue à 230 le nombre des abîmes ou cavernes qu'il a explorés, et à plus de 50 kilomètres la longueur des galeries qu'il a levées à la boussole.

Ces recherches sont publiées dans de nombreuses Notes et dans deux grands volumes, l'un intitulé *Les Cévens*, l'autre *Les Abîmes*. Tous ces ouvrages sont remplis de dessins, de photographies, de plans et de coupes de grottes. On y trouve des renseignements précieux pour la science et notamment la constatation matérielle des belles théories de M. Daubrée sur l'utilisation et l'agrandissement des fissures naturelles du sol par les eaux souterraines.

Votre Commission a jugé que le courage et le talent de M. **Martel** devaient être récompensés; elle lui a attribué le prix Gay.

Le nom de M. **Georges Rolland** s'est aussi présenté à nous, car ses travaux sur les eaux du Sahara ont eu un juste retentissement. Mais nous avons pensé qu'en lui donnant un prix en 1892 pour son ouvrage *Sur la Géologie du Sahara algérien*, l'Académie avait déjà marqué combien elle appréciait ses recherches d'hydrologie souterraine.

## PRIX GÉNÉRAUX.

### PRIX MONTYON (ARTS INSALUBRES).

(Commissaires : MM. Armand Gautier, Troost, Schlœsing, baron Larrey; Schützenberger, rapporteur.)

Parmi les Ouvrages imprimés présentés pour le prix Montyon (Arts insalubres), la Commission en a retenu deux qui, à des titres différents, lui paraissent de nature à rendre de très sérieux services à l'hygiène industrielle.

Le premier, dû à M. **A. Balland**, pharmacien principal de l'Armée, intitulé : *Recherches sur les Blés, les Farines et le Pain*, est formé par la réunion d'un grand nombre de Mémoires originaux formant une série

méthodique de recherches ayant pour but d'éclairer les diverses questions qui se rattachent au principal aliment de l'homme.

Ces travaux contiennent des résultats extrêmement importants et utiles au point de vue de l'économie alimentaire et partant de l'hygiène, et dont la pratique a su tirer déjà un parti avantageux. En transcrivant quelques-uns des titres des principaux Mémoires, nous donnerons une idée de la valeur de ce Recueil.

Influence des climats sur la maturation des blés.
Blés germés.
Sur le développement du grain de blé.
Des modifications éprouvées par les farines en vieillissant.
Expériences sur le gluten.
Des causes de l'altération des farines.
Répartition de l'eau, des matières salines, de la matière grasse, du ligneux, des acides, des matières sucrées, du gluten dans les divers produits des moutures.
Comparaison entre les farines de cylindres et les farines de meules.
De l'action de l'acide sulfureux sur les farines.
Analyse des farines.
Recherches sur la panification, pain de munition.
Expériences sur les levains.
Réduction et transformation des matières sucrées pendant la panification; transformation des matières grasses.
Composition du pain et du biscuit; des gaz contenus dans le pain.
Température intérieure et stérilisation du pain sortant du four.

En résumé, l'Ouvrage de M. Balland est excellent et mérite à tous égards de fixer l'attention de l'Académie.

L'Ouvrage de M. Layet, professeur d'Hygiène à la Faculté de Médecine de Bordeaux, intitulé : *Hygiène industrielle,* constitue un Traité complet et écrit magistralement de l'Hygiène industrielle envisagée à tous les points de vue.

Chaque industrie y trouve sa place avec les dangers et les inconvénients tant extérieurs qu'intérieurs qu'elle comporte et les moyens d'y remédier dans la limite du possible.

Ce Traité devrait se trouver entre les mains de tous ceux qui, directement ou indirectement, s'occupent de questions industrielles et hygiéniques. Votre Commission pense qu'il est de nature à rendre des services très sérieux et que par conséquent il rentre dans les limites du prix Montyon (Arts insalubres).

La Société anonyme française de munitions de chasse, de tir et de guerre

a fait, depuis quelques années, subir à l'industrie de la fabrication de la poudre au fulminate de mercure d'heureuses modifications qui permettent aujourd'hui, non seulement d'éviter de dangereuses explosions, mais encore de soustraire l'ouvrier au contact direct du fulminate et à l'aspiration de ses poussières. Il y a, dans les procédés chimiques et mécaniques, ingénieusement installés par cette Société, un ensemble d'heureuses transformations bien dignes d'appeler l'attention de l'Académie.

La Commission du prix Montyon (Arts insalubres) décide de partager le prix pour 1894 entre M. **Balland** et M. **Layet**, et d'attribuer une mention à la Société française de munitions de chasse, de tir et de guerre.

## PRIX CUVIER.

(Commissaires : MM. Daubrée, Fouqué, de Lacaze-Duthiers, Blanchard; A. Milne-Edwards, rapporteur.)

Le prix Cuvier a toujours été réservé par l'Académie aux naturalistes les plus illustres de la France ou de l'étranger et les noms de L. Agassiz, de Jean Muller, de Richard Owen, de von Baer, d'Oswald Heer, de Van Beneden, de Leidy sont un juste garant de l'importance des travaux auquels vos Commissions ont voulu donner une marque de haute estime.

Cette année le prix Cuvier est décerné à M. **John Murray**, l'un des naturalistes de la célèbre expédition anglaise du *Challenger* et le Directeur actuel de la magnifique publication qui, commencée par Sir Wyville Thomson, s'achève en ce moment, comprenant près de 50 volumes relatifs à la Zoologie, à la Botanique, à la Physique du globe et constituant l'une des œuvres scientifiques les plus remarquables entreprises dans le cours de ce siècle.

## PRIX TRÉMONT.

(Commissaires : MM. Bertrand, Berthelot, Fizeau, Faye; Sarrau, rapporteur.)

La Commission décerne le prix à M. **Émile Rivière** pour ses nouvelles recherches de Paléontologie, d'Anthropologie et d'Archéologie préhistorique, effectuées au cours des années 1893 et 1894, dans la Dordogne, l'Orne et la Manche.

## PRIX GEGNER.

(Commissaires : MM. Fizeau, Berthelot, Hermite, Daubrée;
Bertrand, rapporteur.)

La Commission décerne le prix Gegner à M. **Paul Serret**.

## PRIX DELALANDE-GUÉRINEAU.

(Commissaires : MM. d'Abbadie, Grandidier, Bouquet de la Grye,
Berthelot; Milne-Edwards, rapporteur.)

La Commission décerne le prix à M. le marquis **de Folin** qui, le premier en France, a étudié la faune des mers profondes; qui a pris part aux expéditions du *Travailleur* et du *Talisman* et qui poursuit depuis 20 ans ses recherches zoologiques dans le golfe de Gascogne.

## PRIX JÉROME PONTI.

(Commissaires : MM. Berthelot, Daubrée, Fizeau, Lœwy;
Bertrand, rapporteur.)

Le prix Jérôme Ponti est attribué à M. le Commandant **Defforges** pour ses travaux poursuivis avec autant de zèle que de persévérance sur les oscillations du pendule.

## PRIX TCHIHATCHEF.

(Commissaires : MM. Edwards, d'Abbadie, Bouquet de la Grye, Duchartre;
Grandidier, rapporteur.)

Il y a quinze ans, l'Indo-Chine ne nous était connue que par les levés des côtes que les ingénieurs hydrographes de la Marine venaient d'exécuter avec de grandes difficultés et par le voyage du commandant Doudart de la Grée et de Francis Garnier qui avaient remonté le Mé-Kong. MM. Du-

puis et de Kergaradec avaient fourni quelques renseignements sur le Fleuve Rouge; M. Dutreuil de Rhins, si malheureusement mort cette année même, s'était rendu de Hué à Tourane et avait visité la province de Quang-Duc; enfin, le Dr Harmand avait étudié les bassins du Stung-Sen et du Toule-Repau et traversé l'Annam, et c'était tout.

Depuis 1879, M. **Pavie**, auquel votre Commission a accordé à l'unanimité le prix Tchihatchef, destiné aux explorateurs du continent asiatique, prix que l'Académie décerne pour la deuxième fois et qui a été attribué l'an dernier au célèbre voyageur russe Groum Grichimaïlo, M. Pavie parcourt l'Indo-Chine en tous sens, levant la carte, étudiant ses habitants, ses ressources naturelles, les moyens de communication, le commerce.

L'œuvre qu'il a accomplie dans ces seize dernières années est considérable; les itinéraires qu'il a suivis à travers le Siam, le Cambodge, le Laos, l'Annam, le Tonkin, les pays shans et l'Yunnan, dépassent $30000^{km}$; M. Pavie a d'abord voyagé seul, puis il s'est adjoint de nombreux collaborateurs qui lui ont permis d'étendre ses recherches. Une carte détaillée en quatre feuilles grand aigle, à $\frac{1}{1000000}$, qu'ont rédigée sous sa haute direction les membres de sa dernière mission, résume et coordonne tous ces travaux; il suffit de la comparer avec celles qui existaient alors, comme celle de Dutreuil de Rhins, pour en apprécier la valeur et se rendre compte du progrès considérable qu'elle a fait faire à la Science géographique.

On doit en outre à M. Pavie de nombreuses photographies de types et de paysages, des renseignements variés et précieux sur l'Histoire naturelle, sur l'Ethnographie et l'Archéologie, sur les langues de ces régions d'autant plus intéressantes pour nous qu'elles sont dans la zone de l'influence française. Il a aussi étudié avec soin les débouchés commerciaux et les voies de communication entre nos colonies et les pays voisins.

Il n'est pas besoin de dire combien ont été pénibles de semblables explorations sous un soleil brûlant, dans des régions désertes ou habitées par des peuplades sauvages, au prix de quelles fatigues et de quelles souffrances ont été recueillis les précieux documents que M. **Pavie** accumule depuis tant d'années. Qu'il me suffise de constater que les voyages de notre courageux et persévérant compatriote comptent parmi les plus importants qui ont été faits dans l'Asie orientale et que son œuvre est tout autant patriotique que scientifique.

## PRIX HOULLEVIGUE.

(Commissaires : MM. Bertrand, Berthelot, Daubrée, Fizeau; M. Faye, rapporteur.)

M. **Bigourdan** est un observateur modèle. Chargé à l'Observatoire de Paris du plus grand des équatoriaux, il a tiré tout le parti possible de l'instrument qui lui était confié. Ce n'est pas assez dire, car il a institué des recherches entièrement nouvelles, par exemple l'étude des étoiles doubles, abandonnée en France depuis 1822, époque où un astronome anglais (J. South), établi à Passy avec une lunette de Cauchois, avait fait quelques observations de ce genre; celle des nébuleuses, commencée par Laugier et laissée au bout de peu de temps après la mesure de 53 nébuleuses sur les 8000 qui existent dans le ciel, et celle des étoiles variables dont jamais personne ne s'est occupé chez nous, tandis qu'elle commence en Amérique et en Allemagne à constituer une branche importante de l'Astronomie sidérale.

Non seulement il a poursuivi avec courage ces observations difficiles, mais encore il a perfectionné les méthodes, donné les moyens d'estimer les erreurs et inventé le moyen de mesurer les plus petites distances en substituant des pointes aiguës aux simples fils d'araignée dont on se servait avant lui.

Bien plus, il a pris part à la mission envoyée par l'Académie aux Antilles pour le passage de Vénus, et il a dirigé, l'an passé, l'expédition du Sénégal pour l'observation de l'éclipse totale du Soleil dont les résultats sont en ce moment imprimés par ordre du Bureau des Longitudes.

Enfin il a eu le bonheur de découvrir cette année la dernière petite planète au moment où les astronomes commençaient à considérer ces recherches comme devant être bientôt frappées de stérilité.

Si le dévouement dans les expéditions lointaines, le zèle dans toute une vie consacrée à de difficiles et délicates observations, l'ingénieuse recherche des moyens d'accroître la précision et de rendre possibles des séries d'immenses travaux, méritent une récompense, jamais plus belle occasion ne se sera offerte que cette carrière d'un astronome si distingué qui déjà avait été présenté en deuxième ligne à l'Académie pour la place d'astronome vacante dernièrement dans son sein. La Commission est heureuse de lui décerner le prix Houllevigue.

## PRIX CAHOURS.

(Commissaires : MM. Moissan, Troost, Berthelot, Schützenberger; Friedel, rapporteur.)

M. Varet a publié déjà un grand nombre de Notes relatives à des questions variées de chimie minérale et de chimie organique. Il s'est occupé d'une manière particulière des cyanures et a étudié, entre autres, les combinaisons que le cyanure de mercure forme avec les sels halogénés; il a montré que ce cyanure donne avec l'ammoniaque de simples produits d'addition et signalé des combinaisons cyanogénées simples de l'aluminium, du magnésium et du lithium.

Il a fait spécialement l'étude des sels de mercure au point de vue des déplacements réciproques entre les acides cyanhydrique, chlorhydrique, sulfurique et azotique, et les lois de mécanique chimique qui y président, ainsi que l'influence de ces phénomènes sur la formation des isopurpurates. Il a aussi exécuté des recherches sur les combinaisons des sels avec la pyridine, la pipéridine et la quinoléine.

La Commission a jugé que M. Varet mérite d'être encouragé et aidé dans ses travaux et lui a accordé un prix sur la fondation Cahours.

M. Freundler a présenté, comme thèse à la Faculté des Sciences, un travail étendu sur les variations du pouvoir rotatoire dans la série tartrique. Il a préparé pour cette étude un grand nombre d'éthers tartriques nouveaux, auxquels il a appliqué la considération du produit d'asymétrie introduite par M. Guye et simplifiée par lui-même pour le cas particulier dont il s'agit. Il a montré que, dans un grand nombre de cas, les faits sont d'accord avec les prévisions. Il a constaté, en outre, ce fait important que, lorsque le pouvoir rotatoire d'un composé varie par l'action d'un dissolvant, l'étude cryoscopique du corps dans le même dissolvant donne des résultats anormaux. Lorsque, au contraire, le dissolvant donne, pour le poids moléculaire, des nombres cryoscopiques normaux, il n'altère le pouvoir rotatoire à aucune concentration.

La Commission augurant, par ce qu'a déjà fait M. Freundler, de ce qu'elle peut attendre de lui, lui a attribué un autre prix sur la fondation Cahours.

Elle a pensé ne pouvoir mieux entrer dans les intentions de notre re-

gretté Confrère M. Cahours qu'en récompensant les premiers efforts de ces jeunes savants.

## PRIX SAINTOUR.

(Commissaires : MM. Bertrand, Berthelot, Daubrée, Lœwy; Fizeau, rapporteur.)

La Commission propose à l'Académie de décerner le prix à MM. **L. Deburaux** et **M. Dibos**, tous deux capitaines du Génie, pour un travail fait en commun relatif aux Aérostats.

Le problème que se sont posé les auteurs est énoncé par eux de la manière suivante : « Déterminer dans quelles conditions un Aérostat de grandeur moyenne parcourra, par un vent donné, la distance la plus grande entre le moment de son départ et le moment où, ayant dépensé la totalité de son lest, il sera forcé d'atterrir ».

Pour atteindre ce but, les auteurs n'ont pas recours aux hélices et autres appareils, tels que ceux de Dupuy de Lôme, destinés à imprimer au ballon une vitesse suffisante pour obtenir une direction déterminée, malgré l'impulsion du vent. Mais ils proposent l'emploi d'un ballon ordinaire, sans force motrice autre que la force ascensionnelle du gaz, muni d'un câble pesant traînant à terre (ou guide-rope), ainsi que d'un ballonnet intérieur à air, et du reste suivant l'impulsion des courants naturels de l'atmosphère, le ballonnet et le guide-rope étant destinés à maintenir le ballon dans une stabilité relative à une hauteur modérée de quelques centaines de mètres, en permettant de conserver pendant plusieurs jours les quantités de gaz et de lest nécessaires pour un voyage de long cours.

Ce programme de voyage au guide-rope est fondé sur la constance et la régularité du régime des vents dans la région que l'Aérostat doit parcourir, et suppose des observations météorologiques antérieures suffisamment certaines, telles que celles qui concernent les vents alizés et les diverses moussons des régions tropicales. C'est donc avec raison que les auteurs étudient plus particulièrement des projets d'exploration dans l'intérieur du continent africain, et les détails dans lesquels ils entrent à ce sujet sur la construction du ballon, du guide-rope, du ballonnet, de la nacelle et des autres agrès, ainsi que sur les manœuvres à exécuter pendant le voyage, présentent un intérêt particulier et paraissent assez plausibles.

Cependant la Commission, tout en reconnaissant le mérite réel de la

discussion et des idées ingénieuses de ce programme, aurait souhaité qu'il fût appuyé par des expériences décisives sur différents points qui peuvent être contestés, tels que la conservation du gaz par les enveloppes du ballon pendant un long voyage, le mode de fonctionnement du guide-rope à la surface du sol, etc. Aussi croit-elle devoir faire toutes réserves sur le succès probable du programme dont il s'agit. Mais, en somme, on doit admettre que l'étude de MM. **Deburaux** et **Dibos** ne peut manquer d'être utile pour la préparation des projets, si souvent vains et chimériques, concernant l'emploi et le perfectionnement des Aérostats.

## PRIX FONDÉ PAR Mme LA MARQUISE DE LAPLACE.

Une Ordonnance royale a autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation, qui lui a été faite par Mme la Marquise de Laplace, d'une rente pour la fondation à perpétuité d'un prix consistant dans la collection complète des Ouvrages de Laplace, qui devra être décerné chaque année au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

Le Président remet les cinq volumes de la *Mécanique céleste*, l'*Exposition du système du monde* et le *Traité des Probabilités* à M. **Glasser** (**Édouard**), né le 6 janvier 1874 à Libourne (Gironde), et entré, en qualité d'Élève-Ingénieur, à l'École nationale des Mines.

## PRIX FONDÉ PAR M. FÉLIX RIVOT.

Conformément aux termes du Testament le prix Félix Rivot est décerné, pour la première fois, à MM. **Glasser** et **Leprince-Ringuet**, entrés les deux premiers à l'École des Mines et à MM. **Parent** (**Henri**) et **Le Gavrian**, entrés les deux premiers à l'École des Ponts et Chaussées.

# PROGRAMME DES PRIX PROPOSÉS

## POUR LES ANNÉES 1895, 1896, 1897 ET 1898.

## GÉOMÉTRIE.

### GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

(Prix du Budget.)

(Question proposée pour l'année 1896.)

L'Académie rappelle qu'elle a proposé pour sujet de grand prix des Sciences mathématiques à décerner en 1895 la question suivante :

*Perfectionner en un point important la théorie algébrique des groupes de substitutions entre n lettres.*

Les Mémoires manuscrits destinés au concours seront reçus au Secrétariat de l'Institut avant le 1er octobre 1895; ils seront accompagnés d'un pli cacheté renfermant le nom et l'adresse de l'auteur. Ce pli ne sera ouvert que si le Mémoire auquel il appartient est couronné.

### PRIX BORDIN.

(Question proposée pour l'année 1896.)

*Perfectionner en un point important la théorie des lignes géodésiques. Le cas d'un elément linéaire à un nombre quelconque de variables n'est pas écarté par l'Académie.*

Le prix est de *trois mille francs*.

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er octobre 1895; ils devront être accompagnés d'un pli cacheté renfermant le nom et l'adresse de l'auteur. Ce pli ne sera ouvert que si le Mémoire auquel il appartient est couronné.

## PRIX FRANCOEUR.

Un Décret en date du 18 janvier 1883 autorise l'Académie à accepter la donation qui lui est faite par Mme Veuve Francœur, pour la fondation d'un prix *annuel* de *mille francs*, qui sera décerné à l'auteur de découvertes ou de travaux utiles au progrès des Sciences mathématiques pures et appliquées.

Les Mémoires manuscrits ou imprimés seront reçus jusqu'au 1er juin de chaque année.

## PRIX PONCELET.

Par Décret en date du 22 août 1868, l'Académie a été autorisée à accepter la donation qui lui a été faite, au nom du Général Poncelet, par Mme Veuve Poncelet, pour la fondation d'un *prix annuel* destiné à récompenser l'Ouvrage le plus utile aux progrès des Sciences mathématiques pures ou appliquées, publié dans le cours des dix années qui auront précédé le jugement de l'Académie.

Le Général Poncelet, plein d'affection pour ses Confrères et de dévouement aux progrès de la Science, désirait que son nom fût associé d'une manière durable aux travaux de l'Académie et aux encouragements par lesquels elle excite l'émulation des savants. Mme Veuve Poncelet, en fondant ce prix, s'est rendue l'interprète fidèle des sentiments et des volontés de l'illustre Géomètre.

Le prix est de *deux mille francs*.

Une donation spéciale de Mme Veuve Poncelet permet à l'Académie d'ajouter au prix qu'elle a primitivement fondé un exemplaire des Œuvres complètes du Général Poncelet.

# MECANIQUE.

## PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS,

DESTINÉ A RÉCOMPENSER TOUT PROGRÈS DE NATURE A ACCROITRE L'EFFICACITÉ DE NOS FORCES NAVALES.

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans la prochaine séance publique annuelle.

Les Mémoires, plans et devis, manuscrits ou imprimés, doivent être adressés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de chaque année.

## PRIX MONTYON.

M. de Montyon a offert une rente sur l'État pour la fondation d'un *prix annuel* en faveur de celui qui, au jugement de l'Académie des Sciences, s'en sera rendu le plus digne, en inventant ou en perfectionnant des instruments utiles aux progrès de l'Agriculture, des Arts mécaniques ou des Sciences.

Le prix est de *sept cents francs*.

## PRIX PLUMEY.

Par un testament en date du 10 juillet 1859, M. J.-B. Plumey a légué à l'Académie des Sciences vingt-cinq actions de la Banque de France « pour » les dividendes être employés *chaque année,* s'il y a lieu, en un prix à » l'auteur du perfectionnement des machines à vapeur ou de toute » autre invention qui aura le plus contribué au progrès de la navigation à » vapeur ».

En conséquence, l'Académie annonce qu'elle décernera *chaque année*,

dans sa séance publique, un prix de *deux mille cinq cents francs* au travail le plus important qui lui sera soumis sur ces matières.

## PRIX FOURNEYRON.

(Question proposée pour l'année 1895.)

L'Académie des Sciences a été autorisée, par Décret du 6 novembre 1867, à accepter le legs, qui lui a été fait par M. Benoît Fourneyron, d'une somme de *cinq cents francs de rente* sur l'État français, pour la fondation d'un prix de *Mécanique appliquée*, à décerner *tous les deux ans*, le fondateur laissant à l'Académie le soin d'en rédiger le programme.

L'Académie rappelle qu'elle a mis au concours, pour sujet du prix Fourneyron à décerner en 1895, la question suivante :

*Perfectionnement de la théorie de la corrélation entre le volant et le régulateur.*

Les pièces de concours, manuscrites ou imprimées, devront être déposées au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1895.

## PRIX FOURNEYRON.

(Question proposée pour l'année 1897.)

*Donner la théorie du mouvement et discuter plus particulièrement les conditions de stabilité des appareils vélocipédiques (bicycles, bicyclettes, etc.) en mouvement rectiligne ou curviligne sur un plan soit horizontal soit incliné.*

# ASTRONOMIE.

## PRIX LALANDE.

Le prix fondé par Jérôme de Lalande, pour être accordé *annuellement* à la personne qui, en France ou ailleurs, aura fait l'observation la plus intéressante, le Mémoire ou le Travail le plus utile aux progrès de l'Astronomie, sera décerné dans la prochaine séance publique, conformément à l'arrêté consulaire en date du 13 floréal an X.

Ce prix est de *cinq cent quarante francs*.

## PRIX DAMOISEAU.

(Question proposée pour les années 1896 et 1898.)

Un Décret en date du 16 mai 1863 a autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation, qui lui a été faite par M$^{me}$ la Baronne de Damoiseau, d'une somme de *vingt mille francs*, « dont le revenu est destiné à former le montant d'un *prix annuel* », qui recevra la dénomination de *Prix Damoiseau*. Ce prix, quand l'Académie le juge utile aux progrès de la Science, peut être converti en *prix triennal* sur une question proposée.

L'Académie rappelle qu'elle a mis au concours, pour l'année 1896, la question suivante :

*On demande de relier les unes aux autres, par la théorie des perturbations, les différentes apparitions de la comète de Halley, en remontant jusqu'à celle de Toscanelli en* 1456 *et tenant compte de l'attraction de Neptune.*

*On calculera ensuite exactement le prochain retour de la comète en* 1910.

Le prix est de *quinze cents francs*.

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1$^{er}$ juin de l'année 1896.

L'Académie a mis, en outre, au concours pour l'année 1898 la question suivante :

*Exposer la théorie des perturbations d'Hypérion, le satellite de Saturne, découvert simultanément en 1848 par Bond et Lassell, en tenant compte principalement de l'action de Titan. Comparer les observations avec la théorie, et en déduire la valeur de la masse de Titan.*

Le prix sera de *quinze cents francs*.

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1898.

## PRIX VALZ.

Mme Veuve Valz, par acte authentique en date du 17 juin 1874, a fait don à l'Académie d'une somme de *dix mille francs*, destinée à la fondation d'un prix qui sera décerné *tous les ans* à des travaux sur l'Astronomie, conformément au prix Lalande. Sa valeur est de *quatre cent soixante francs*.

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans sa prochaine séance publique, à l'auteur de l'observation astronomique la plus intéressante qui aura été faite dans le courant de l'année.

## PRIX JANSSEN.

Par Décret, en date du 18 décembre 1886, l'Académie a été autorisée à accepter la donation qui lui a été faite par M. Janssen pour la fondation d'un prix consistant en une médaille d'or, destinée à récompenser la découverte ou le travail faisant faire un progrès important à l'Astronomie physique.

M. Janssen, dont la carrière a été presque entièrement consacrée aux progrès de l'Astronomie physique, et considérant que cette science n'a pas à l'Académie de prix qui lui soit spécialement affecté, a voulu combler cette lacune.

Le prix fondé par M. Janssen a été décerné pour la première fois dans la séance publique de l'année 1887.

Ce prix sera annuel pendant les sept premières années, et deviendra biennal à partir de l'année 1894.

Un généreux anonyme a offert à l'Académie une somme de *quinze cents francs*, destinée à encourager les calculateurs de petites planètes, spécialement de celles découvertes à l'observatoire de Nice. La Section d'Astronomie est chargée de trouver le meilleur emploi de cette somme.

---

## PHYSIQUE.

---

### PRIX L. LA CAZE.

Par son testament en date du 24 juillet 1865 et ses codicilles des 25 août et 22 décembre 1866, M. Louis La Caze, docteur-médecin à Paris, a légué à l'Académie des Sciences trois rentes de *cinq mille francs* chacune, dont il a réglé l'emploi de la manière suivante :

« Dans l'intime persuasion où je suis que la Médecine n'avancera réellement qu'autant qu'on saura la Physiologie, je laisse *cinq mille francs de rente perpétuelle à l'Académie des Sciences*, en priant ce corps savant de vouloir bien distribuer *de deux ans en deux ans*, à dater de mon décès, un prix de *dix mille francs* (10000 fr.) à l'auteur de l'Ouvrage qui aura le plus contribué aux progrès de la *Physiologie*. Les étrangers pourront concourir. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .

» Je confirme toutes les dispositions qui précèdent; mais, outre la somme de *cinq mille francs* de rente perpétuelle que j'ai laissée à l'*Académie des Sciences* de Paris pour fonder un *prix de Physiologie*, que je maintiens ainsi qu'il est dit ci-dessus, je laisse encore à la même *Académie des Sciences* deux sommes de *cinq mille francs* de rente perpétuelle, libres de tous frais d'enregistrement ou autres, destinées à fonder deux autres prix, l'un pour le meilleur travail sur la *Physique*, l'autre pour le meilleur travail sur la *Chimie*. Ces deux prix seront, comme celui de *Physiologie*, distribués *tous les deux ans*, à perpétuité, à dater de mon décès, et seront aussi de *dix mille francs* chacun. *Les étrangers pourront concourir. Ces sommes ne seront pas partageables et seront données en totalité aux auteurs qui en auront été jugés dignes*. Je provoque ainsi, par la fondation assez importante de ces *trois prix*, en Europe et peut-

» être ailleurs, une série continue de recherches sur les sciences naturelles,
» qui sont la base la moins équivoque de tout savoir humain; et, en
» même temps, je pense que le jugement et la distribution de ces récom-
» penses par l'*Académie des Sciences* de Paris sera un titre de plus, pour
» ce corps illustre, au respect et à l'estime dont il jouit dans le monde
» entier. Si ces prix ne sont pas obtenus par des Français, au moins ils
» seront distribués par des Français, et par le premier corps savant de
» France. »

Un Décret en date du 27 décembre 1869 a autorisé l'Académie à accepter cette fondation; en conséquence, elle décernera, dans sa séance publique de l'année 1895, trois prix de *dix mille francs* chacun aux Ouvrages ou Mémoires qui auront le plus contribué aux progrès de la *Physiologie*, de la *Physique* et de la *Chimie*. (Voir pages 1137 et 1149.)

## STATISTIQUE.

### PRIX MONTYON.

L'Académie annonce que, parmi les Ouvrages qui auront pour objet une ou plusieurs questions relatives à la *Statistique de la France*, celui qui, à son jugement, contiendra les recherches les plus utiles, sera couronné dans la prochaine séance publique. Elle considère comme admis à ce concours les Mémoires envoyés en manuscrit, et ceux qui, ayant été imprimés et publiés, arrivent à sa connaissance.

Le prix est de *cinq cents francs*.

## CHIMIE.

### PRIX JECKER.

Par un testament, en date du 13 mars 1851, M. le Dr Jecker a fait à l'Académie un legs de *dix mille francs de rente* destiné à *accélérer les progrès de la Chimie organique*.

L'Académie annonce qu'elle décernera *tous les ans* le prix Jecker, porté à la somme de *dix mille francs,* aux travaux qu'elle jugera les plus propres à hâter les progrès de la *Chimie organique*.

### PRIX L. LA CAZE.

Voir page 1135.

## MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

### GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

(Prix du Budget.)

(Question proposée pour l'année 1895.)

Le prix sera donné au travail qui contribuera le plus à l'avancement de la Paléontologie française, en traitant d'une manière approfondie des animaux articulés des terrains houillers et des terrains secondaires et en les comparant aux types actuels.

Le prix est de *trois mille francs*.

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1895.

## PRIX BORDIN.

(Question proposée pour l'année 1895.)

Le prix sera donné au Mémoire qui contribuera le plus à la connaissance de l'Histoire naturelle (Zoologie, Botanique ou Géologie) du Tonkin ou de nos possessions de l'Afrique centrale.

Le prix est de *trois mille francs.*

Les Mémoires manuscrits destinés à ce concours seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1895; ils devront être accompagnés d'un pli cacheté renfermant le nom et l'adresse de l'auteur. Ce pli ne sera ouvert que si le Mémoire auquel il appartient est couronné.

## PRIX VAILLANT.

(Question proposée pour les années 1896 et 1898.)

M. le Maréchal Vaillant, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences une somme de *quarante mille francs*, destinée à fonder un prix qui sera décerné soit annuellement, soit à de plus longs intervalles. « Je » n'indique aucun sujet pour le prix, dit M. le Maréchal Vaillant, ayant » toujours pensé laisser une grande Société comme l'Académie des Sciences » appréciatrice suprême de ce qu'il y avait de mieux à faire avec les fonds » mis à sa disposition. »

L'Académie, autorisée par Décret du 7 avril 1873 à accepter ce legs, a décidé que le prix fondé par M. le Maréchal Vaillant serait décerné *tous les deux ans*. Elle rappelle que la question suivante, mise au concours pour l'année 1894, est renvoyée au concours de 1896 :

*Étudier les causes physiques et chimiques qui déterminent l'existence du pouvoir rotatoire dans les corps transparents, surtout au point de vue expérimental.*

La question ci-après désignée, mise au concours pour l'année 1896, n'en demeure pas moins valable :

*Perfectionnement théorique ou pratique dans les methodes relevant de la Géodésie ou de la Topographie.*

Chaque prix est de *quatre mille francs*.

Les Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1896.

L'Académie met, en outre, au concours, pour l'année 1898, la question suivante :

*Faire connaître et discuter les indications que fournit l'étude microscopique des roches sédimentaires (particulièrement des roches secondaires ou tertiaires) au point de vue de leur genèse et des modifications qu'elles ont subies depuis leur dépôt, dans leur structure et leur composition (les corps organisés compris).*

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin de l'année 1898.

## PRIX DELESSE.

Mme Veuve Delesse a fait don à l'Académie d'une somme de *vingt mille francs*, destinée par elle à la fondation d'un prix qui sera décerné *tous les deux ans*, s'il y a lieu, à l'auteur, *français ou étranger*, d'un travail concernant les Sciences géologiques, ou, à défaut, d'un travail concernant les Sciences minéralogiques.

Le prix Delesse, dont la valeur est de *quatorze cents francs*, sera décerné dans la prochaine séance annuelle.

Les Ouvrages devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1895.

## PRIX FONTANNES.

Par son testament, en date du 26 avril 1883, M. Charles-François Fontannes a légué à l'Académie des Sciences la somme de *vingt mille francs*, pour la fondation d'un prix qui sera décerné, *tous les trois ans, à l'auteur de la meilleure publication paléontologique*.

L'Académie décernera le prix Fontannes dans la séance publique de l'année 1896.

Le prix est de *deux mille francs*.

Les Ouvrages devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1896.

## BOTANIQUE.

### PRIX BARBIER.

M. Barbier, ancien Chirurgien en chef de l'hôpital du Val-de-Grâce, a légué à l'Académie des Sciences une rente de *deux mille francs,* destinée à la fondation d'un *prix annuel,* « pour celui qui fera une découverte pré- » cieuse dans les Sciences chirurgicale, médicale, pharmaceutique, et dans » la Botanique ayant rapport à l'art de guérir ».

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans sa prochaine séance publique.

### PRIX DESMAZIÈRES.

Par son testament, en date du 14 avril 1855, M. Desmazières a légué à l'Académie des Sciences un capital de *trente-cinq mille francs,* devant être converti en rentes *trois pour cent,* et servir à fonder un *prix annuel* pour être décerné « à l'auteur, *français ou étranger,* du meilleur ou du » plus utile écrit, publié dans le courant de l'année précédente, sur tout » ou partie de la Cryptogamie ».

Conformément aux stipulations ci-dessus, l'Académie annonce qu'elle décernera le prix Desmazières dans sa prochaine séance publique.

Le prix est de *seize cents francs.*

### PRIX MONTAGNE.

Par testament en date du 11 octobre 1862, M. Jean-François-Camille Montagne, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences la totalité de ses biens, à charge par elle de distribuer *chaque année* un ou deux prix, au choix de la *Section de Botanique.*

« Ces prix, dit le testateur, seront ou pourront être, l'un de *mille francs*, l'autre de *cinq cents francs*. »

L'Académie décernera, s'il y a lieu, dans sa séance publique de 1895 les prix Montagne aux auteurs de travaux importants ayant pour objet l'anatomie, la physiologie, le développement ou la description des Cryptogames inférieures (Thallophytes et Muscinées).

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin; les concurrents devront être *Français* ou *naturalisés Français*.

## PRIX DE LA FONS MÉLICOCQ.

M. de La Fons Mélicocq a légué à l'Académie des Sciences, par testament en date du 4 février 1866, une rente de *trois cents francs* qui devra être accumulée, et « servira à la fondation d'un prix qui sera décerné *tous* » *les trois ans* au meilleur *Ouvrage de Botanique sur le nord de la France,* » c'est-à-dire *sur les départements du Nord, du Pas-de-Calais, des Ardennes,* » *de la Somme, de l'Oise et de l'Aisne* ».

Ce prix, dont la valeur est de *neuf cents francs,* sera décerné, s'il y a lieu, dans la séance annuelle de 1895, au meilleur Ouvrage, manuscrit ou imprimé, remplissant les conditions stipulées par le testateur.

## PRIX THORE.

Par son testament olographe, en date du 3 juin 1863, M. François-Franklin Thore a légué à l'Académie des Sciences une inscription de rente *trois pour cent* de *deux cents francs,* pour fonder un *prix annuel* à décerner « à » l'auteur du meilleur Mémoire sur les Cryptogames cellulaires d'Europe » (Algues fluviatiles ou marines, Mousses, Lichens ou Champignons), ou sur » les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe ».

Ce prix est attribué alternativement aux travaux sur les Cryptogames cellulaires d'Europe et aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'un Insecte. (Voir page 1142.)

## ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

### PRIX THORE.

Voir page 1141.

### PRIX SAVIGNY, FONDÉ PAR M^lle LETELLIER.

Un Décret, en date du 20 avril 1864, a autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation qui lui a été faite par M^lle Letellier, au nom de Savigny, d'une somme de *vingt mille francs* pour la fondation d'un *prix annuel* en faveur des jeunes zoologistes voyageurs.

« Voulant, dit la testatrice, perpétuer, autant qu'il est en mon pouvoir
» de le faire, le souvenir d'un martyr de la science et de l'honneur, je
» lègue à l'Institut de France, Académie des Sciences, Section de Zoologie,
» *vingt mille francs*, au nom de Marie-Jules-César Le Lorgne de Savigny,
» ancien Membre de l'Institut d'Égypte et de l'Institut de France, pour
» l'intérêt de cette somme de *vingt mille francs* être employé à aider les
» jeunes zoologistes voyageurs qui ne recevront pas de subvention du
» Gouvernement et qui s'occuperont plus spécialement des animaux sans
» vertèbres de l'Égypte et de la Syrie. »

Le prix est de *neuf cent soixante-quinze francs*.

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être envoyés au Secrétariat de l'Institut avant le 1^er juin 1895.

### PRIX DA GAMA MACHADO.

Par un testament en date du 12 mars 1852, M. le commandeur J. da Gama Machado a légué à l'Académie des Sciences une somme de *vingt mille francs*, réduite à *dix mille francs*, pour la fondation d'un prix qui doit porter son nom.

Un Décret du 19 juillet 1878 a autorisé l'Académie à accepter ce legs.

En conséquence, l'Académie, conformément aux intentions exprimées par le testateur, décernera, *tous les trois ans,* le prix da Gama Machado aux meilleurs Mémoires qu'elle aura reçus sur les parties colorées du système tégumentaire des animaux ou sur la matière fécondante des êtres animés.

Le prix est de *douze cents francs*.

Il sera décerné, s'il y a lieu, en 1897.

---

## MEDECINE ET CHIRURGIE.

---

### PRIX MONTYON.

Conformément au testament de M. Auget de Montyon et aux Ordonnances royales des 29 juillet 1821, 2 juin 1825 et 23 août 1829, il sera décerné un ou plusieurs prix aux auteurs des Ouvrages ou des découvertes qui seront jugés les plus utiles à l'*art de guérir*.

L'Académie juge nécessaire de faire remarquer que les prix dont il s'agit ont expressément pour objet des *découvertes* et *inventions* propres à perfectionner la Médecine ou la Chirurgie.

Les pièces admises au Concours n'auront droit au prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée*.

Si la pièce a été produite par l'auteur, il devra indiquer la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée; dans tous les cas, la Commission chargée de l'examen du concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est donné.

Conformément à l'Ordonnance du 23 août 1829, outre les prix annoncés ci-dessus, il sera aussi décerné, s'il y a lieu, des prix aux meilleurs résultats des recherches entreprises sur des questions proposées par l'Académie, conformément aux vues du fondateur.

Les Ouvrages ou Mémoires présentés au concours doivent être envoyés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de chaque année.

## PRIX BARBIER.

M. Barbier, ancien Chirurgien en chef de l'hôpital du Val-de-Grâce, a légué à l'Académie des Sciences une rente de *deux mille francs*, destinée à la fondation d'un *prix annuel* « pour celui qui fera une découverte pré-» cieuse dans les Sciences chirurgicale, médicale, pharmaceutique, et dans » la Botanique ayant rapport à l'art de guérir ».

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans sa séance publique de 1895.

## PRIX BRÉANT.

Par son testament en date du 28 août 1849, M. Bréant a légué à l'Académie des Sciences une somme de *cent mille francs* pour la fondation d'un prix à décerner « à celui qui aura trouvé le moyen de gué-» rir du choléra asiatique ou qui aura découvert les causes de ce terrible » fléau [1] ».

---

[1] Il paraît convenable de reproduire ici les propres termes du fondateur : « Dans l'état » actuel de la Science, je pense qu'il y a encore beaucoup de choses à trouver dans la com-» position de l'air et dans les fluides qu'il contient : en effet, rien n'a encore été découvert » au sujet de l'action qu'exercent sur l'économie animale les fluides électriques, magné-» tiques ou autres ; rien n'a été découvert également sur les animalcules qui sont répan-» dus en nombre infini dans l'atmosphère, et qui sont peut-être la cause ou une des » causes de cette cruelle maladie.

» Je n'ai pas connaissance d'appareils aptes, ainsi que cela a lieu pour les liquides, » à reconnaître l'existence dans l'air d'animalcules aussi petits que ceux que l'on aper-» çoit dans l'eau en se servant des instruments microscopiques que la Science met à la » disposition de ceux qui se livrent à cette étude.

» Comme il est probable que le prix de *cent mille francs*, institué comme je l'ai » expliqué plus haut, ne sera pas décerné de suite, je veux, jusqu'à ce que ce prix soit » gagné, que l'intérêt dudit capital soit donné par l'Institut à la personne qui aura fait » avancer la Science sur la question du choléra ou de toute autre maladie épidémique, » soit en donnant de meilleures analyses de l'air, en y démontrant un élément morbide, » soit en trouvant un procédé propre à connaître et à étudier les animalcules qui » jusqu'à présent ont échappé à l'œil du savant, et qui pourraient bien être la cause ou » une des causes de la maladie. »

Prévoyant que le prix de *cent mille francs* ne sera pas décerné tout de suite, le fondateur a voulu, jusqu'à ce que ce prix soit gagné, que l'*intérêt du capital* fût donné à la personne qui aura fait avancer la Science sur la question du choléra ou de toute autre maladie épidémique, ou enfin que ce prix pût être gagné par celui qui indiquera le moyen de guérir radicalement les dartres ou ce qui les occasionne.

Les concurrents devront satisfaire aux conditions suivantes :

1° Pour remporter le prix de *cent mille francs*, il faudra : « *Trouver une » médication qui guérisse le choléra asiatique dans l'immense majorité des cas* » ;

Ou : « *Indiquer d'une manière incontestable les causes du choléra asiatique, de » façon qu'en amenant la suppression de ces causes on fasse cesser l'épidémie* » ;

Ou enfin : « *Découvrir une prophylaxie certaine, et aussi évidente que l'est, » par exemple, celle de la vaccine pour la variole* ».

2° Pour obtenir le *prix annuel* représenté par l'intérêt du capital, il faudra, par des procédés rigoureux, avoir démontré dans l'atmosphère l'existence de matières pouvant jouer un rôle dans la production ou la propagation des maladies épidémiques.

Dans le cas où les conditions précédentes n'auraient pas été remplies, le *prix annuel* pourra, aux termes du testament, être accordé à celui qui aura trouvé le moyen de guérir radicalement les dartres, ou qui aura éclairé leur étiologie.

## PRIX GODARD.

Par un testament en date du 4 septembre 1862, M. le Dr Godard a légué à l'Académie des Sciences « le capital d'une rente de *mille francs, trois pour cent*, pour fonder un prix qui, *chaque année*, sera donné au meilleur Mémoire sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie des organes génito-urinaires. Aucun sujet de prix ne sera proposé. « Dans le cas où, une » année, le prix ne serait pas donné, il serait ajouté au prix de l'année sui- » vante. »

En conséquence, l'Académie annonce que le prix Godard, dont la valeur est de *mille francs*, sera décerné, chaque année, dans sa séance publique, au travail qui remplira les conditions prescrites par le testateur.

## PRIX SERRES.

M. Serres, membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences une somme de *soixante mille francs*, pour l'institution d'un *prix triennal* « *sur* » *l'Embryologie générale appliquée autant que possible à la Physiologie et à* » *la Médecine* ».

Un Décret en date du 19 août 1868 a autorisé l'Académie à accepter ce legs; en conséquence, elle décernera un prix de la valeur de *sept mille cinq cents francs*, dans sa séance publique de l'année 1896, au meilleur Ouvrage qu'elle aura reçu sur cette importante question.

Les Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1896.

## PRIX CHAUSSIER.

M. Chaussier a légué à l'Académie des Sciences, par testament en date du 19 mai 1863, « une inscription de rente de *deux mille cinq cents francs* par an, que l'on accumulera pendant *quatre ans* pour donner un prix au meilleur Livre ou Mémoire qui aura paru pendant ce temps, et fait avancer la Médecine, soit sur la Médecine légale, soit sur la Médecine pratique ».

Un Décret, en date du 7 juillet 1869, a autorisé l'Académie à accepter ce legs. Elle décernera ce prix, de la valeur de *dix mille francs*, dans sa prochaine séance annuelle, au meilleur Ouvrage paru dans les quatre années qui auront précédé son jugement.

Les Ouvrages ou Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1895.

## PRIX PARKIN.

M. le Dr John Parkin a légué à l'Académie des Sciences, par testament en date du 30 décembre 1885, la somme de 1500 livres sterling pour être

placée en rentes françaises, et le revenu être employé, tous les trois ans, à récompenser des recherches sur les sujets suivants :

« 1° Sur les effets curatifs du carbone sous ses diverses formes et plus
» particulièrement sous la forme gazeuse ou gaz acide carbonique, dans
» le choléra, les différentes formes de fièvre et autres maladies;
» 2° Sur les effets de l'action volcanique dans la production de maladies
» épidémiques dans le monde animal et le monde végétal, et dans celle des
» ouragans et des perturbations atmosphériques anormales. »

Le testateur stipule :

« 1° Que les recherches devront être écrites en français, en allemand
» ou en italien;
» 2° Que l'auteur du meilleur travail publiera ses recherches à ses pro-
» pres frais et en présentera un exemplaire à l'Académie dans les trois
» mois qui suivront l'attribution du prix;
» 3° Chaque troisième et sixième année le prix sera décerné à un tra-
» vail relatif au premier desdits sujets, et chaque neuvième année à un
» travail sur le dernier desdits sujets. »

L'Académie devait décerner pour la première fois le prix Parkin dans la séance publique de l'année 1893.

Aucun Ouvrage n'ayant été présenté au concours, l'Académie a décidé de remettre l'attribution de ce prix à l'année 1897.

Le prix est de *trois mille quatre cents francs*.

Les Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1897.

### PRIX BELLION, FONDÉ PAR Mlle FOEHR.

Par son testament, en date du 23 novembre 1881, Mlle Anne-Marie Foehr a légué à l'Académie des Sciences une inscription de rente *trois pour cent* de *quatorze cent soixante et onze francs* pour fonder un *prix annuel*, dit Prix Bellion, à décerner aux savants « *qui auront écrit des Ouvrages ou*
» *fait des découvertes surtout profitables à la santé de l'homme ou à l'amélio-*
» *ration de l'espèce humaine.* »

Le prix est de *quatorze cents francs*.

Les Ouvrages devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de chaque année.

## PRIX MÈGE.

Par son testament, en date du 4 février 1869, le Dr Jean-Baptiste Mège a légué à l'Académie des Sciences « *dix mille francs à donner en prix à* » *l'auteur qui aura continué et complété son essai sur les causes qui ont retardé* » *ou favorisé les progrès de la Médecine, depuis la plus haute antiquité jusqu'à* » *nos jours*.

» L'Académie des Sciences pourra disposer en encouragement des inté- » rêts de cette somme jusqu'à ce qu'elle pense devoir décerner le prix. »

L'Académie des Sciences décernera le prix Mège, s'il y a lieu, dans sa séance publique annuelle de 1895.

Les Ouvrages devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin.

## PRIX DUSGATE.

M. Dusgate, par testament en date du 11 janvier 1872, a légué à l'Académie des Sciences *cinq cents francs* de rentes françaises *trois pour cent* sur l'État, pour, avec les arrérages annuels, fonder un *prix* de *deux mille cinq cents francs*, à délivrer *tous les cinq ans* à l'auteur du meilleur Ouvrage sur les signes diagnostiques de la mort et sur les moyens de prévenir les inhumations précipitées.

Le prix Dusgate sera décerné, s'il y a lieu, dans la séance publique de l'année 1895.

Les Ouvrages ou Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1895.

## PRIX LALLEMAND.

Par un testament en date du 2 novembre 1852, M. C.-F. Lallemand, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences une somme de *cinquante mille francs* dont les intérêts annuels doivent être employés, en

son nom, à « récompenser ou encourager les travaux relatifs au système nerveux, dans la plus large acception des mots ».

Un Décret en date du 26 avril 1855 a autorisé l'Académie à accepter ce legs, dont elle n'a pu bénéficier qu'en 1880; elle annonce, en conséquence, qu'elle décernera *annuellement* le prix Lallemand, dont la valeur est fixée à *dix-huit cents francs*.

Les travaux destinés au concours devront être envoyés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de chaque année.

## PHYSIOLOGIE.

### PRIX MONTYON.

M. de Montyon, par deux donations successives, ayant offert à l'Académie des Sciences la somme nécessaire à la fondation d'un prix annuel de *Physiologie expérimentale*, et le Gouvernement l'ayant autorisée à accepter ces donations, elle annonce qu'elle adjugera annuellement un prix de la valeur de *sept cent cinquante francs* à l'Ouvrage, imprimé ou manuscrit, qui lui paraîtra répondre le mieux aux vues du fondateur.

### PRIX L. LA CAZE.

Voir page 1135.

### PRIX POURAT.

Question proposée pour l'année 1895.)

M. le Dr Marc-Aubin Pourat, par son testament en date du 20 juin 1876, a légué à l'Académie des Sciences la nue propriété d'un titre de *deux mille francs* 5 pour 100 sur l'État français, dont les arrérages doivent être affectés, après extinction de l'usufruit, à la fondation d'un *prix annuel à décerner sur une question de Physiologie*.

Un décret du 29 octobre 1877 a autorisé l'acceptation de ce legs.

L'Académie est entrée en possession dudit legs le 27 mai 1887.

Elle rappelle qu'elle a proposé, pour sujet du prix qu'elle doit décerner dans la séance publique de l'année 1895, la question suivante :

*Des actions vaso-motrices des matières virulentes.*

Le prix est de *quatorze cents francs.*

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1895.

## PRIX POURAT.

(Question proposée pour l'année 1896.)

L'Académie met au concours, pour l'année 1896, la question suivante :

*Étude des changements morphologiques et fonctionnels qu'on peut produire expérimentalement sur l'appareil locomoteur.*

Le prix est de *dix-huit cents francs.*

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1896.

## PRIX POURAT.

Question proposée pour l'année 1897.)

*Produire des expériences nouvelles sur la détermination de la part qui revient aux oxydations dans l'énergie mise en jeu par les phénomènes physiologiques, chez les animaux.*

## PRIX MARTIN-DAMOURETTE.

Par son testament olographe, en date du 3 février 1883, M. le Dr Félix-Antoine Martin-Damourette a légué à l'Académie des Sciences *quarante mille francs* pour *fonder un prix annuel ou biennal de Physiologie thérapeutique.*

Un décret en date du 29 juin 1887 a autorisé l'Académie à accepter la moitié seulement dudit legs.

L'Académie a décidé que le prix Martin-Damourette serait décerné *tous les deux ans*.

Ce prix, dont la valeur est de *quatorze cents francs*, sera décerné, s'il y a lieu, dans la séance publique annuelle de 1895.

Les Ouvrages ou Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1895.

### PRIX PHILIPEAUX.

Par son testament, en date du 30 août 1888, M. Philipeaux a légué à l'Académie des Sciences une somme de *trente mille francs* devant être convertie en rentes 3 pour 100 et servir à fonder un prix annuel de Physiologie expérimentale.

L'Académie décernera ce prix, pour la première fois, dans sa séance publique annuelle de 1895.

---

## GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.

---

### PRIX GAY.

(Question proposée pour l'année 1895.)

Par un testament, en date du 3 novembre 1873, M. Claude Gay, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences une rente perpétuelle de *deux mille cinq cents francs*, pour un *prix annuel* de Géographie physique, conformément au programme donné par une Commission nommée à cet effet.

L'Académie rappelle qu'elle a proposé pour sujet du prix, qu'elle doit décerner dans sa séance publique de l'année 1895, la question suivante :

*Étudier le régime de la pluie et de la neige sur toute la surface de la terre.*

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1895.

### PRIX GAY.

(Question proposée pour l'année 1896.)

La Commission du prix Gay propose à l'Académie de décider que la question suivante soit mise au concours :

*Étudier les lacs français au point de vue physique, géologique et chimique.*

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1896.

## PRIX GÉNÉRAUX.

### PRIX BIENNAL.

(Institué par Décret impérial du 22 décembre 1860.)

En 1895, l'Académie des Sciences désignera à l'Institut le prix biennal.

Ce prix, de la valeur de *vingt mille francs,* « doit être attribué tour à tour à l'œuvre ou à la découverte la plus propre à honorer ou à servir le pays, qui se sera produite pendant les dix dernières années dans l'ordre spécial des travaux que représente chacune des Académies de l'Institut de France ».

### MÉDAILLE ARAGO.

L'Académie, dans sa séance du 14 novembre 1887, a décidé la fondation d'une médaille d'or à l'effigie d'Arago.

Cette médaille sera décernée par l'Académie chaque fois qu'une découverte, un travail ou un service rendu à la Science lui paraîtront dignes de ce témoignage de haute estime.

## PRIX MONTYON (ARTS INSALUBRES).

Conformément au testament de M. Auget de Montyon et aux Ordonnances royales des 29 juillet 1821, 2 juin 1825 et 23 août 1829, il sera décerné un ou plusieurs prix aux auteurs qui auront trouvé les *moyens de rendre un art ou un métier moins insalubre*.

L'Académie juge nécessaire de faire remarquer que les prix dont il s'agit ont expressément pour objet des découvertes et inventions qui diminueraient les dangers des diverses professions ou arts mécaniques.

Les pièces admises au Concours n'auront droit au prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée*.

Si la pièce a été produite par l'auteur, il devra indiquer la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée; dans tous les cas, la Commission chargée de l'examen du concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est donné.

Les Ouvrages ou Mémoires présentés au concours doivent être envoyés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de chaque année.

## PRIX CUVIER.

La Commission des souscripteurs pour la statue de Georges Cuvier ayant offert à l'Académie une somme résultant des fonds de la souscription restés libres, avec l'intention que le produit en fût affecté à un prix qui porterait le nom de *Cuvier*, et serait décerné *tous les trois ans* à l'Ouvrage le plus remarquable, soit sur le règne animal, soit sur la Géologie, le Gouvernement a autorisé cette fondation par une Ordonnance en date du 9 août 1839.

L'Académie annonce qu'elle décernera, s'il y a lieu, le prix *Cuvier*, dans sa séance publique de l'année 1897, à l'Ouvrage qui remplira les conditions du concours, et qui aura paru depuis le 1er janvier 1891 jusqu'au 31 décembre 1897.

Le prix est de *quinze cents francs*.

## PRIX TRÉMONT.

M. le baron de Trémont, par son testament en date du 5 mai 1847, a légué à l'Académie des Sciences une somme *annuelle* de *onze cents francs*, pour aider dans ses travaux tout savant, ingénieur, artiste ou mécanicien, auquel une assistance sera nécessaire « pour atteindre un but utile et glorieux pour la France ».

Un Décret, en date du 8 septembre 1856, a autorisé l'Académie à accepter cette fondation.

En conséquence, l'Académie annonce que, dans sa séance publique annuelle, elle accordera la somme provenant du legs Trémont, à titre d'encouragement, à tout *savant, ingénieur, artiste* ou *mécanicien* qui, se trouvant dans les conditions indiquées, aura présenté, dans le courant de l'année, une découverte ou un perfectionnement paraissant répondre le mieux aux intentions du fondateur.

## PRIX GEGNER.

M. Jean-Louis Gegner, par testament en date du 12 mai 1868, a légué à l'Académie des Sciences « un nombre d'obligations suffisant pour former le capital d'un revenu *annuel* de *quatre mille francs*, destiné à soutenir un savant qui se sera signalé par des travaux sérieux, et qui dès lors pourra continuer plus fructueusement ses recherches en faveur des progrès des Sciences positives ».

L'Académie des Sciences a été autorisée, par Décret en date du 2 octobre 1869, à accepter cette fondation.

## PRIX DELALANDE-GUÉRINEAU.

Par un testament en date du 17 août 1872, M^me^ Veuve Delalande-Guérineau a légué à l'Académie des Sciences une somme réduite à *dix mille cinq francs*, pour la fondation d'un prix à décerner *tous les deux ans* « *au voyageur* » *français ou au savant qui, l'un ou l'autre, aura rendu le plus de services à* » *la France ou à la Science* ».

Un Décret en date du 25 octobre 1873 a autorisé l'Académie à accepter ce legs. Elle décernera, en conséquence, le prix Delalande-Guérineau dans la séance publique de l'année 1896.

Le prix est de *mille francs*.

Les pièces de concours devront être déposées au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1896.

## PRIX JEAN REYNAUD.

Mme Veuve Jean Reynaud, « voulant honorer la mémoire de son mari et perpétuer son zèle pour tout ce qui touche aux gloires de la France », a, par acte en date du 23 décembre 1878, fait donation à l'Institut de France d'une rente sur l'État français, de la somme de *dix mille francs*, destinée à fonder un prix annuel qui sera successivement décerné par les cinq Académies « au travail le plus méritant, relevant de chaque classe de l'Institut, qui se sera produit pendant une période de cinq ans ».

« Le prix J. Reynaud, dit la fondatrice, ira toujours à une œuvre origi-
» nale, élevée et ayant un caractère d'invention et de nouveauté.
» Les Membres de l'Institut ne seront pas écartés du concours.

» Le prix sera toujours décerné intégralement; dans le cas où aucun
» Ouvrage ne semblerait digne de le mériter entièrement, sa valeur sera
» délivrée à quelque grande infortune scientifique, littéraire ou artistique. »

Un Décret en date du 25 mars 1879 a autorisé l'Institut à accepter cette généreuse donation.

L'Académie des Sciences décernera le prix Jean Reynaud dans sa séance publique de l'année 1896.

## PRIX JÉROME PONTI.

M. le chevalier André Ponti, désirant perpétuer le souvenir de son frère Jérôme Ponti, a fait donation, par acte notarié du 11 janvier 1879, d'une somme de *soixante mille lires* italiennes, dont les intérêts devront être employés par l'Académie « selon qu'elle le jugera le plus à propos pour encourager les Sciences et aider à leurs progrès ».

Un Décret en date du 15 avril 1879 a autorisé l'Académie des Sciences à accepter cette donation; elle annonce, en conséquence, qu'elle décernera le prix Jérôme Ponti *tous les deux ans,* à partir de l'année 1882.

Le prix, de la valeur de *trois mille cinq cents francs,* sera accordé à l'auteur d'un travail scientifique dont la continuation ou le développement seront jugés importants pour la Science.

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu dans sa séance publique de 1896.

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1<sup>er</sup> juin 1896.

## PRIX PETIT D'ORMOY.

Par son testament, en date du 24 juin 1875, M. A. Petit d'Ormoy a institué l'Académie des Sciences sa légataire universelle, à charge par elle d'employer les revenus de sa succession en prix et récompenses attribués suivant les conditions qu'elle jugera convenable d'établir, moitié à des travaux théoriques, moitié à des applications de la Science à la pratique médicale, mécanique ou industrielle.

Un Décret, en date du 20 février 1883, a autorisé l'Académie à accepter ce legs; en conséquence, elle a décidé que, sur les fonds produits par le legs Petit d'Ormoy, elle décernera *tous les deux ans,* à partir de l'année 1883, un prix de *dix mille francs* pour les Sciences mathématiques pures ou appliquées, et un prix de *dix mille francs* pour les Sciences naturelles.

Les reliquats disponibles de la fondation pourront être employés par l'Académie en prix ou récompenses, suivant les décisions qui seront prises à ce sujet.

L'Académie décernera le prix Petit d'Ormoy, s'il y a lieu, dans sa séance publique annuelle de 1895.

## PRIX LECONTE.

Conformément au testament de M. Victor-Eugène Leconte, en date du 10 septembre 1886, une somme de *cinquante mille francs* sera donnée, *en un seul prix, tous les trois ans, sans préférence de nationalité :*

1° Aux auteurs de découvertes nouvelles et capitales en Mathématiques, Physique, Chimie, Histoire naturelle, Sciences médicales;

2° Aux auteurs d'applications nouvelles de ces sciences, applications qui devront donner des résultats de beaucoup supérieurs à ceux obtenus jusque-là.

L'Académie décernera le prix Leconte, s'il y a lieu, dans sa séance annuelle de 1895.

## PRIX TCHIHATCHEF.

Par testament en date du 1er mars 1875, M. Pierre de Tchihatchef a légué à l'Académie des Sciences la somme de *cent mille francs*.

Dans son testament, M. de Tchihatchef stipule ce qui suit :

« Les intérêts de cette somme sont destinés à offrir *annuellement aux* » *naturalistes* de *toute nationalité* qui se seront le plus distingués dans l'ex- » ploration du continent asiatique (ou îles limitrophes), notamment des » régions les moins connues et, en conséquence, à l'exclusion des con- » trées suivantes : Indes britanniques, Sibérie proprement dite, Asie Mi- » neure et Syrie, contrées déjà plus ou moins explorées.

» Les explorations devront avoir pour objet une branche quelconque » des *Sciences naturelles, physiques ou mathématiques*.

» Seront exclus les travaux ayant rapport aux autres sciences, telles » que : Archéologie, Histoire, Ethnographie, Philologie, etc.

» Lorsque l'Académie ne croira pas être dans le cas d'accorder une ré- » compense ou un encouragement, soit partiellement, soit intégralement » le montant ou le restant des intérêts annuels de la susdite somme seront » ajoutés à ceux de l'année ou des années subséquentes jusqu'à l'époque » où l'Académie jugera convenable de disposer de ces intérêts, soit *à titre* » *de récompense* pour des travaux accomplis, soit pour en faciliter l'entre- » prise ou la continuation.

» Il est bien entendu que les travaux récompensés ou encouragés » devront être le fruit d'observations faites sur les lieux mêmes et non des » œuvres de simple érudition. »

L'Académie décernera le prix Tchihatchef, s'il y a lieu, dans la séance publique de l'année 1895.

Le prix est de *trois mille francs*.

Les Ouvrages devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de l'année 1895.

## PRIX GASTON PLANTÉ.

Par testament olographe en date du 6 mai 1889, M. Raymond-Louis-Gaston Planté a légué à l'Académie des Sciences une rente perpétuelle de *quinze cents francs* par an, destinée à la fondation d'un prix, lequel, décerné tous *les deux ans*, sera attribué, d'après le jugement de l'Académie, à l'auteur français d'une découverte, d'une invention ou d'un travail important dans le domaine de l'électricité.

Un Décret, en date du 4 juillet 1892, a autorisé l'Académie à accepter ce legs.

En conséquence, l'Académie décernera, s'il y a lieu, le prix Gaston Planté dans sa séance annuelle de 1895.

Le prix est de *trois mille francs*.

Les Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1895.

## PRIX HOULLEVIGUE.

Par son testament, en date du 30 mars 1888, M. Stanislas Houllevigue a légué à l'Institut *cinq mille francs* de rentes 3 pour 100, à l'effet de fonder un prix annuel qui portera son nom et sera décerné à tour de rôle par l'Académie des Sciences et par l'Académie des Beaux-Arts.

L'Académie des Sciences décernera le prix Houllevigue dans la séance publique annuelle de 1896.

## PRIX CAHOURS.

Par testament, en date du 7 juillet 1886, M. Auguste Cahours a légué à l'Académie des Sciences la somme de *cent mille francs*.

Conformément aux vœux du testateur, les intérêts de cette somme seront distribués chaque année, à titre d'encouragement, à des jeunes gens

qui se seront déjà fait connaître par quelques travaux intéressants et plus particulièrement par des recherches sur la Chimie.

Le prix est de *trois mille francs.*

L'Académie des Sciences décernera le prix Cahours, s'il y a lieu, dans sa séance publique annuelle de 1895.

## PRIX SAINTOUR.

L'Académie décernera ce prix, de la valeur de *trois mille francs,* dans sa séance annuelle de 1895.

## PRIX ALBERTO LEVY.

Par son testament, en date du 3 avril 1891, le Dr Alberto Levy a légué à l'Académie des Sciences la somme de *cinquante mille francs,* qui devra être placée par ses soins en rentes sur l'État français.

Les intérêts annuels de cette somme seront attribués à l'Institut Pasteur, dans le but de l'aider à poursuivre ses études et ses expériences sur le microbe de la diphtérie; et la somme capitale sera attribuée par ladite Académie, en séance publique annuelle, à celui qui aura découvert le moyen sûr de prévenir ou de guérir cette terrible maladie, ou bien encore partagée entre ceux qui auront fait simultanément la même découverte.

Les Ouvrages, manuscrits ou imprimés, devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de chaque année.

## PRIX FONDÉ PAR Mme LA MARQUISE DE LAPLACE.

Une Ordonnance royale a autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation, qui lui a été faite par Mme la Marquise de Laplace, d'une rente pour la fondation à perpétuité d'un prix consistant dans la collection complète des Ouvrages de Laplace.

Ce prix est décerné, *chaque année,* au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

## PRIX FONDÉ PAR M. FÉLIX RIVOT.

Ce prix, qui est annuel, consiste en une rente de *deux mille cinq cents francs* partagée entre les quatre élèves sortant chaque année de l'École Polytechnique avec les n[os] 1 et 2 dans les corps des Mines et des Ponts et Chaussées.

## CONDITIONS COMMUNES A TOUS LES CONCOURS.

Les concurrents sont prévenus que l'Académie ne rendra aucun des Ouvrages envoyés aux concours; les auteurs auront la liberté d'en faire prendre des copies au Secrétariat de l'Institut.

Par une mesure générale prise en 1865, l'Académie a décidé que la clôture des concours pour les prix qu'elle propose aurait lieu à la même époque de l'année, et le terme a été fixé au **PREMIER JUIN**.

---

Les concurrents doivent indiquer, par une analyse succincte, la partie de leur travail où se trouve exprimée la découverte sur laquelle ils appellent le jugement de l'Académie.

---

Nul n'est autorisé à prendre le titre de LAURÉAT DE L'ACADÉMIE, s'il n'a été jugé digne de recevoir un PRIX. Les personnes qui ont obtenu des *récompenses,* des *encouragements* ou des *mentions,* n'ont pas droit à ce titre.

---

## LECTURES.

M. **J. BERTRAND**, Secrétaire perpétuel, lit une Notice historique sur **PIERRE-LOUIS-ANTOINE CORDIER**, Membre de l'Institut.

J. B. et M. B.

# TABLEAUX
## DES PRIX DÉCERNÉS ET DES PRIX PROPOSÉS

DANS LA SÉANCE DU LUNDI 17 DÉCEMBRE 1894.

## TABLEAU DES PRIX DÉCERNÉS.

### ANNÉE 1894.

# PRIX PROPOSÉS

## *pour les années* 1895, 1896, 1897 *et* 1898.

### GÉOMÉTRIE.



### MÉCANIQUE.



### ASTRONOMIE.



### PHYSIQUE.



### STATISTIQUE.



### CHIMIE.



### MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.



### BOTANIQUE.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.



MÉDECINE ET CHIRURGIE.



PHYSIOLOGIE.



GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.



PRIX GÉNÉRAUX.

# TABLEAU PAR ANNÉE

## DES PRIX PROPOSÉS POUR 1895, 1896, 1897 ET 1898.

## 1895

Grand prix des Sciences physiques. — Le prix sera donné au travail qui contribuera à l'avancement de la Paléontologie française, en traitant d'une manière approfondie des animaux articulés des terrains houillers et des terrains secondaires et en les comparant aux types actuels.

Prix Bordin. — Le prix sera donné au Mémoire qui contribuera le plus à la connaissance de l'Histoire naturelle (Zoologie, Botanique ou Géologie) du Tonkin ou de nos possessions de l'Afrique centrale.

Prix Francœur. — Découvertes ou travaux utiles au progrès des Sciences mathématiques pures et appliquées.

Prix Poncelet. — Décerné à l'auteur de l'Ouvrage le plus utile au progrès des Sciences mathématiques pures ou appliquées.

Prix extraordinaire de six mille francs. — Progrès de nature à accroître l'efficacité de nos forces navales.

Prix Montyon. — Mécanique.

Prix Plumey. — Décerné à l'auteur du perfectionnement des machines à vapeur ou de toute autre invention qui aura le plus contribué aux progrès de la navigation à vapeur.

Prix Fourneyron. — Perfectionnement de la théorie de la corrélation entre le volant et le régulateur.

Prix Lalande. — Astronomie.

Prix Valz. — Astronomie.

Prix La Caze. — Physique.

Prix Montyon. — Statistique.

Prix Jecker. — Chimie organique.

Prix La Caze. — Chimie.

Prix Delesse. — Décerné à l'auteur, français ou étranger, d'un travail concernant les Sciences géologiques ou, à défaut, d'un travail concernant les Sciences minéralogiques.

Prix Desmazières. — Décerné à l'auteur de l'Ouvrage le plus utile sur tout ou partie de la Cryptogamie.

Prix Montagne. — Décerné aux auteurs de travaux imortants ayan t pour objet l'anatomie, la physiologie, le développement ou la description des Cryptogames inférieures.

Prix de la Fons Mélicocq. — Destiné au meilleur Ouvrage de Botanique sur le nord de la France, c'est-à-dire sur les départements du Nord, du Pas-de-Calais, des Ardennes, de la Somme, de l'Oise et de l'Aisne.

Prix Thore. — Décerné alternativement aux travaux sur les Cryptogames cellulaires d'Europe et aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe.

Prix Savigny, fondé par M^lle Letellier. — Décerné à de jeunes zoologistes voyageurs.

Prix Montyon. — Médecine et Chirurgie.

Prix Bréant. — Décerné à celui qui aura trouvé le moyen de guérir le choléra asiatique.

Prix Godard. — Sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie des organes génito-urinaires.

Prix Chaussier. — Destiné à récompenser le meilleur Livre ou Mémoire, qui aura fait avancer la Médecine, soit Médecine légale ou pratique.

Prix Barbier. — Décerné à celui qui fera une découverte précieuse dans les Sciences chirurgicale, médicale, pharmaceutique, et dans la Botanique ayant rapport à l'art de guérir.

Prix Lallemand. — Destiné à récompenser ou encourager les travaux relatifs au système nerveux, dans la plus large acception des mots.

Prix Bellion, fondé par M^lle Foehr. — Décerné à celui qui aura écrit des Ouvrages ou fait des découvertes surtout profitables à la santé de l'homme ou à l'amélioration de l'espèce humaine.

Prix Mège. — Décerné à celui qui aura continué et complété l'essai du D^r Mège sur les causes qui ont retardé ou favorisé les progrès de la Médecine.

Prix Montyon. — Physiologie expérimentale.

Prix La Caze. — Physiologie.

Prix Pourat. — Des actions vaso-motrices des matières virulentes.

Prix Martin-Damourette. — Physiologie thérapeutique.

Prix Philipeaux. — Physiologie expérimentale.

Prix Gay. — Étudier le régime de la pluie et de la neige sur toute la surface de la Terre.

Prix Montyon. — Arts insalubres.

Prix Trémont. — Destiné à tout savant, artiste

ou mécanicien auquel une assistance sera nécessaire pour atteindre un but utile et glorieux pour la France.

PRIX GEGNER. — Destiné à soutenir un savant qui se sera distingué par des travaux sérieux poursuivis en faveur du progrès des Sciences positives.

PRIX PETIT D'ORMOY. — Sciences mathématiques pures ou appliquées et Sciences naturelles.

PRIX LECONTE. — Décerné aux auteurs de découvertes nouvelles et capitales en Mathématiques, Physique, Chimie, Histoire naturelle, Sciences médicales.

PRIX TCHIHATCHEF.— Destiné aux naturalistes de toute nationalité qui auront fait, sur le continent asiatique (ou îles limitrophes), des explorations ayant pour objet une branche quelconque des Sciences naturelles, physiques ou mathématiques.

PRIX GASTON PLANTÉ. — Destiné à l'auteur français d'une découverte, d'une invention ou d'un travail important dans le domaine de l'Électricité.

PRIX CAHOURS. — Décerné, à titre d'encouragement à des jeunes gens qui se seront déjà fait connaître par quelques travaux intéressants et plus particulièrement par des recherches sur la Chimie.

PRIX SAINTOUR.

PRIX ALBERTO LÉVY. — Décerné à celui qui aura découvert le moyen sûr de prévenir ou de guérir la diphtérie, ou bien partagé entre ceux qui auront fait simultanément la même découverte.

PRIX LAPLACE. — Décerné au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

PRIX RIVOT. — Partagé entre les quatre élèves sortant chaque année de l'École Polytechnique avec les nos 1 et 2 dans les corps des Mines et des Ponts et Chaussées.

## 1896

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES. — Perfectionner en un point important la théorie algébrique des groupes de substitutions entre $n$ lettres.

PRIX DAMOISEAU. — On demande de relier les unes aux autres, par la théorie des perturbations, les différentes apparitions de la comète de Halley en remontant jusqu'à celle de Toscanelli en 1456 et tenant compte de l'attraction de Neptune. On calculera ensuite exactement le prochain retour de la comète de 1910.

PRIX JANSSEN. — Astronomie physique.

PRIX SERRES. — Sur l'embryologie générale appliquée autant que possible à la Physiologie et à la Médecine.

PRIX JEAN REYNAUD. — Décerné au travail le plus méritant qui se sera produit pendant une période de cinq ans.

PRIX DELALANDE-GUÉRINEAU. — Décerné au voyageur français ou au savant qui, l'un ou l'autre, aura rendu le plus de services à la France ou à la Science.

## 1897

PRIX FOURNEYRON. — Donner la théorie du mouvement et discuter plus particulièrement les conditions de stabilité des appareils vélocipédiques (bicycles, bicyclettes, etc.) en mouvement rectiligne ou curviligne sur un plan soit horizontal soit incliné.

PRIX DA GAMA MACHADO. — Sur les parties colorées du système tégumentaire des animaux ou sur la matière fécondante des êtres animés.

PRIX POURAT. — Produire des expériences nouvelles sur la détermination de la part qui revient aux oxydations dans l'énergie mise en jeu par les phénomènes physiologiques chez les animaux.

PRIX CUVIER. — Destiné à l'Ouvrage le plus remarquable soit sur le règne animal, soit sur la Géologie.

PRIX PETIT D'ORMOY.

## 1898

PRIX DAMOISEAU. — Exposer la théorie des perturbations d'Hypérion, le satellite de Saturne découvert simultanément en 1848 par Bond et Lassell, en tenant compte principalement de l'action de Titan. Comparer les observations avec la théorie et en déduire la valeur de la masse de Titan.

PRIX DE LA FONS MÉLICOCQ. — Destiné au meilleur Ouvrage de Botanique sur le nord de la France, c'est-à-dire sur les départements du Nord du Pas-de-Calais, des Ardennes, de la Somme, de l'Oise et de l'Aisne.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 DÉCEMBRE 1894,

PRÉSIDENCE DE M. LŒWY.

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur deux nombres invariants dans la théorie des surfaces algébriques;* par M. ÉMILE PICARD.

« J'ai, il y a quelque temps déjà, appelé l'attention sur un nombre invariant dans la théorie des surfaces algébriques (*Comptes rendus*, 13 février 1893). Prenant une surface algébrique

(1) $$f(x, y, z) = 0,$$

je considère deux fonctions rationnelles F et $\Phi$ de $x$, $y$ et $z$, et je forme les deux équations

(2) $$\begin{cases} F(x, y, z) = u, \\ \Phi(x, y, z) = v. \end{cases}$$

» On suppose que les deux équations précédentes déterminent un cer-

tain nombre $\mu$ de points $(x, y, z)$ de la surface, variables avec $u$ et $v$, et tels que, pour eux, le déterminant fonctionnel $\frac{D(x, y)}{D(u, v)}$ ne s'annule pas identiquement. Supposons qu'il soit possible de choisir les fonctions F et $\Phi$ de manière que, pour un système particulier de valeurs de $u$ et $v$, les $\mu$ points correspondants soient $\mu$ points *arbitrairement* donnés sur $f$, et désignons alors par $\rho + 1$ le minimum de ce nombre $\mu$. Le nombre $\rho$ est l'*invariant* que je signalais, et on voit que c'était l'extension aux surfaces du point de vue auquel s'était placé M. Weierstrass pour définir le genre dans les courbes algébriques. Les conditions d'existence du nombre $\rho$, comme je le disais, sont intéressantes à étudier; quoique je sois loin d'avoir terminé cette étude qui touche à beaucoup de points de la théorie des surfaces, je voudrais indiquer sommairement les idées qui m'ont guidé dans ces recherches.

» Les équations (2) représentent deux faisceaux de surfaces, que nous supposerons contenir linéairement P paramètres arbitraires, et désignons par R le nombre de leurs points communs en dehors de points fixes ou de points situés sur des courbes fixes de $f$. Prenons sur la surface $\lambda$ points arbitraires. Si $\lambda < P - 1$, on peut faire passer par ces points au moins une surface de chacun des faisceaux; ces surfaces auront $R - \lambda$ autres points communs, et si

$$R - \lambda < P - 1,$$

on peut faire passer deux surfaces des faisceaux dépendant au moins d'un paramètre arbitraire. On construit ainsi les faisceaux (2) ayant $\lambda$ points communs, ces $\lambda$ points étant pour des valeurs données de $u$ et $v$ des points arbitrairement choisis de la surface. Or, les deux inégalités précédentes peuvent s'écrire

$$R - P + 1 < \lambda < P - 1,$$

ce qui exige que l'on ait

$$2P > R + 2.$$

» Telle est l'inégalité qui doit exister entre P et R, pour que nous puissions avoir des faisceaux de surfaces répondant aux conditions du problème.

» Considérons, d'autre part, une surface quelconque d'un des faisceaux et son intersection mobile $\Gamma$ avec $f$. Nous avons sur cette courbe R points mobiles, dont P sont arbitraires et l'on peut, par suite, avoir sur la courbe un groupe de $R - P + 1$ points dépendant d'un paramètre et ayant des

positions arbitraires pour une valeur particulière de ce paramètre. Il en résulte

$$R - P + 1 > \Pi$$

en désignant par $\Pi$ le genre de la courbe $\Gamma$, d'où nous concluons

$$P > \Pi + 1.$$

» Nous avons donc un système linéaire de surfaces coupant $f$ suivant une courbe mobile $\Gamma$, et le nombre P des paramètres est au moins égal au genre de $\Gamma$ augmenté d'une unité.

» Nous allons conclure de là une propriété de la surface $f$. Prenons sur celle-ci $\Pi - 1$ points A; nous pouvons par ces points faire passer une surface du système linéaire contenant au moins deux arbitraires. Cette surface détermine sur $f$ une courbe $\Gamma$, et aux $\Pi - 1$ points A de $\Gamma$ correspondront $\Pi - 1$ autres points B de cette courbe d'une manière uniforme. Ainsi, à un ensemble A de $\Pi - 1$ points pris arbitrairement sur $f$, on peut faire correspondre un autre ensemble B d'un même nombre de points, *et cette correspondance birationnelle entre les deux ensembles dépend rationnellement de deux paramètres arbitraires au moins.*

» Nous sommes donc ainsi amené à étudier les surfaces sur lesquelles peut exister une correspondance birationnelle dépendant de paramètres arbitraires entre deux ensembles d'un certain nombre $\nu$ de points, les $\nu$ points d'un de ces ensembles étant arbitraires sur la surface. C'est la généralisation du problème de la recherche des surfaces admettant des transformations birationnelles en elles-mêmes (dans ce cas, $\nu = 1$). Si la correspondance entre les deux ensembles renferme les paramètres de manière à former un groupe ou *plus généralement à faire partie d'un groupe continu et fini,* le problème peut se traiter en suivant une voie analogue à celle que j'ai suivie autrefois pour chercher les surfaces admettant un groupe continu de transformations birationnelles en elles-mêmes. Il n'en sera pas nécessairement ainsi dans le cas qui nous occupe; mais nous sommes assuré alors que la surface $f$ admettra une correspondance birationnelle entre deux ensembles de points situés sur elle, qui dépendra rationnellement d'un nombre de paramètres arbitraires égal au double du nombre $\nu$.

» Les considérations précédentes nous amènent à introduire un second invariant en général distinct du premier. Il peut exister sur une surface une correspondance birationnelle entre deux ensembles de $\nu$ points, correspondance dépendant de paramètres arbitraires. *Le minimum $\rho'$ du*

*nombre* $\nu$ *sera évidemment un invariant de la surface.* On obtient ainsi, avec le nombre $\rho'$, un élément intéressant de classification pour des classes très étendues de surfaces algébriques, et il en est de même pour le nombre $\rho$.

» Pour le cas des courbes algébriques, on a évidemment toujours les invariants $\rho$ et $\rho'$; on sait que, en désignant par $p$ le genre de la courbe, on a $\rho = p$, et l'on voit facilement que le second invariant $\rho'$ est en général égal à $p$. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Déplacement du carbone par le bore et le silicium dans la fonte en fusion.* Note de M. **Henri Moissan**.

« L'étude de la solubilité du carbone dans différents métaux ou dans un même métal, à des températures de plus en plus élevées, nous a amené à rechercher quelle pouvait être l'action du bore et du silicium sur un carbure de fer défini maintenu à l'état liquide.

» L'action du bore sur le fer n'a pas encore été étudiée [1], ou du moins, dans les quelques essais tentés sur ce sujet, le bore n'a pu être caractérisé, après l'expérience, dans le métal soumis à son action. Pour ce qui touche l'action du silicium, aucune expérience n'a été conduite d'une façon méthodique. On sait depuis longtemps en sidérurgie que les fontes sont d'autant plus pauvres en carbone qu'elles sont riches en silicium; mais l'action du silicium sur la fonte de fer n'a pas encore été étudiée avec précision.

» La fonte en fusion est un liquide dans lequel, comme nous allons le démontrer, les réactions sont parfois aussi nettes que dans les solutions aqueuses, maniées dans nos laboratoires à la température ordinaire. La complexité de certaines fontes, qui peuvent renfermer comme impuretés un grand nombre de composés, rend seule les réactions plus compliquées.

» *Action du bore sur la fonte grise.* — Nous sommes partis d'une fonte grise de Saint-Chamond qui renfermait 3,18 de carbone total et 0,5 de scories [2].

---

(1) Cela tient surtout à ce que l'on ne connaissait pas jusqu'ici le moyen de préparer le bore pur. Nous avons indiqué cette préparation en 1892 (*Comptes rendus*, t. CXIV, p. 392).

(2) Dans l'analyse des fontes, on sépare par le chlore ou par le bichlorure de mer-

» 10gr de cette fonte ont été placés dans une nacelle de porcelaine brasquée avec 2gr,5 de bore. Le tout a été fortement chauffé au four à réverbère dans un tube de porcelaine rempli d'hydrogène sec. Après l'expérience, on a trouvé, dans la nacelle, un culot bien fondu recouvert d'un feutrage noir entièrement formé de graphite. Le métal avait une teinte jaunâtre et présentait à la surface quelques longs prismes nettement cristallisés. Il renfermait, d'après l'analyse, 8 à 9 pour 100 de bore. C'était une fonte borée mélangée de borure de fer en partie cristallisé.

» Cette fonte borée ne renfermait plus que 0,27 pour 100 de carbone et ne donnait plus de scories par la combustion du résidu dans l'oxygène. Le bore forme donc facilement des combinaisons avec les impuretés de la fonte et les entraîne dans les scories. Il joue vis-à-vis de l'oxyde de fer qui se trouve en solution dans le métal, un rôle analogue à celui que MM. Troost et Hautefeuille ont assigné au manganèse [1].

» Nous pouvons donc conclure de cette réaction que le bore a chassé le carbone dans la proportion de 1 à 10 et a éliminé en même temps les matières qui constituaient les scories.

» Cette expérience a été renouvelée quatre fois sur un autre échantillon de fonte grise de Saint-Chamond renfermant 3,24 de carbone et 0,418 de scories. On a obtenu après l'action du bore les chiffres suivants :

| | 1. | 2. | 3. | 4. |
|---|---|---|---|---|
| Carbone.......... | 0,36 | 0,28 | 0,17 | 0,14 |
| Scories........... | 0,02 | 0,00 | 0,03 | 0,01 |

» Nous avons substitué à la fonte grise, une fonte blanche d'affinage provenant du haut-fourneau de Saint-Louis, à Marseille. Cette fonte contenait 3,85 de carbone et 0,36 de scories. Après l'action du bore, elle ne renfermait plus que 0,24 de carbone et 0,06 de scories.

» Nous avons tenu à varier la forme même de l'expérience et à ne pas faire agir sur la fonte liquide un grand excès de bore. On a fondu à la forge 500gr de fonte grise de Saint-Chamond, et lorsque cette fonte a été parfaitement liquide, on y a ajouté 50gr d'une fonte borée à 10 pour 100 de bore. Après agitation, le creuset a été fermé et l'on a terminé la chauffe. Au moment où le culot de fonte de bore a été ajouté à la fonte grise en

---

cure le mélange des différentes variétés de carbone. Ce résidu est brûlé dans l'oxygène et l'on donne le nom de *scories* aux cendres qu'il fournit.

[1] *Étude calorimétrique sur les carbures, les siliciures et les borures de fer et de manganèse* (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. IX).

fusion, il est resté quelque temps sur le bain liquide et ne s'est dissout que par l'agitation.

» Après refroidissement, le culot obtenu, d'apparence lamelleuse, présentant une grande dureté, ne s'attaquait pas au burin et avait l'aspect d'une fonte blanche.

» Sous l'action du bore, la teneur en carbone de cette fonte était descendue de 3,75 à 2,83. Le bore avait donc déplacé du carbone dont on a, d'ailleurs, retrouvé une partie sous forme de graphite entre le culot métallique et le creuset.

» *Déplacement du carbone par le silicium.* — Nous avons répété la même expérience en chauffant quelques fragments de fonte grise dans une nacelle brasquée avec de la poudre de silicium cristallisé. Le silicium, dans ces conditions, chasse aussi le carbone que l'on retrouve sous forme de graphite au-dessus du métal. Mais, comme nous le faisions remarquer au début de ce travail, une fonte blanche ou grise préparée au haut fourneau est une combinaison assez complexe.

» Nous avons tenu à reprendre l'expérience dans des conditions plus simples.

» On a préparé d'abord, au four électrique, une fonte riche en carbone, au moyen de fer doux et de charbon de sucre. Puis, sur ce bain liquide, on a projeté quelques globules de plusieurs grammes de silicium fondu. Après refroidissement, le culot, lisse à sa surface supérieure, avait l'aspect d'une fonte siliciée à cassure blanche et brillante. Cette fonte ne renfermait que très peu de carbone combiné et pas de graphite. Mais au milieu du culot se présentait une grande cavité qui le séparait presque en deux parties. Cette cavité était remplie d'une quantité notable de graphite brillant et très bien cristallisé.

» *Conclusions.* — En résumé, le bore et le silicium déplacent nettement le carbone dans une fonte ou dans un carbure de fer en fusion [1]. Ces corps, lorsqu'ils sont maintenus à une température suffisante, se conduisent exactement comme les solutions aqueuses de certains composés, dans lesquelles nous précipitons ou nous déplaçons tel ou tel corps en solution ou en combinaison.

» Si le déplacement de carbone n'est pas absolument complet cela tient

---

[1] La température à laquelle toutes ces expériences ont été faites n'était pas assez élevée pour que des quantités notables de siliciure ou de borure de carbone puissent se produire.

à ce qu'il se forme un équilibre entre le siliciure et le carbure de fer, équilibre dont les conditions varieront avec la température et avec les impuretés renfermées dans le bain. C'est le cas général des fontes blanches ou grises. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur la circulation de la lymphe dans les petits troncs lymphatiques.* Note de M. L. RANVIER.

« Peut-on, chez un animal vivant, faire apparaître les lymphatiques en les remplissant d'un liquide coloré? Telle est la première question que je me suis posée, et à laquelle l'expérience a répondu d'une manière positive.

» Comme objet d'étude, j'ai choisi l'oreille du lapin et j'ai pris comme liquide d'injection le bleu de Prusse soluble dans l'eau, préparé comme il est dit dans mon *Traité technique d'Histologie*, et en solution concentrée. J'en remplis une seringue hypodermique munie d'une canule d'acier extrêmement fine, dont je fais pénétrer la pointe dans l'épaisseur du derme de la face interne de l'oreille, à $0^m,02$ à peu près de son extrémité. Il suffit d'une légère pression pour remplir du liquide bleu d'abord une partie du réseau capillaire lymphatique, et ensuite un des petits troncs lymphatiques qui accompagnent l'artère auriculaire. Il se peut que deux de ces troncs soient injectés en même temps et qu'entre eux se dessinent des branches anastomotiques. Mais je passe, parce que mon intention n'est pas de décrire aujourd'hui les lymphatiques de l'oreille du lapin, bien que j'en aie fait une étude à peu près complète.

» Les petits troncs lymphatiques remplis de bleu de Prusse se voient admirablement par transparence chez l'animal vivant. La présence de la matière colorée dans leur intérieur ne provoque aucune réaction douloureuse, aucun trouble dans la circulation sanguine. Je considère l'opération comme bien réussie lorsque le réseau des capillaires lymphatiques, dans lequel le bleu a pénétré, est de faible étendue et surtout lorsqu'il ne s'est pas produit dans le tissu conjonctif de diffusion du liquide coloré sous forme de boule.

» Au bout de deux à trois minutes, la coloration bleue des troncules lymphatiques a disparu. Cette disparition est progressive. Elle commence dans la région supérieure de l'oreille et la teinte bleue, qui est très foncée de suite après l'injection, pâlit peu à peu avant de s'effacer complètement.

Or, pour débarrasser les lymphatiques du bleu de Prusse qu'ils contenaient, en un temps aussi court, il faut qu'il y ait passé une grande quantité de lymphe.

» Cette lymphe, d'où vient-elle? Elle ne vient certainement pas du réseau capillaire lymphatique qui a été injecté en premier lieu. En effet, il peut se faire, et il se fait même le plus souvent que ce réseau soit encore rempli de bleu, alors que les troncs lymphatiques qui en partent et ont été injectés sont devenus incolores. Elle vient, sans doute, de tout le réseau capillaire lymphatique qui débouche dans les troncs en question et qui n'a pas été atteint par l'injection.

» Cette expérience montre que la circulation de la lymphe dans les troncules lymphatiques est très active. On sait, surtout depuis les remarquables expériences de M. Colin, que chez les grands animaux l'écoulement de la lymphe par le canal thoracique est fort abondant; mais on n'avait pas fait encore, que je sache, d'expériences sur la circulation dans les petits troncs lymphatiques, et je crois que celle que je viens de rapporter est entièrement nouvelle.

» Je dois maintenant répondre à une objection que pourraient me faire les anatomistes qui sont habitués à manier le bleu de Prusse. Ne serait-il pas possible que cette substance se décolorât sur place dans l'intérieur même des lymphatiques? Pour répondre à cette objection, il me suffira d'attirer l'attention sur deux faits. Le premier, dont j'ai déjà parlé, est cette persistance de l'injection bleue des réseaux lymphatiques alors que les troncs lymphatiques sont décolorés. Pour observer le second, dont il n'a pas encore été question, il faut sacrifier l'animal et chercher à la base de l'oreille, au sein de la parotide, le ganglion lymphatique où vont se rendre les lymphatiques primitivement injectés. Le bleu qu'ils ont contenu se trouve dans l'intérieur du ganglion. Il y a donc été transporté. »

VITICULTURE. — *Importance de l'hybridation pour la reconstitution des vignobles*. Note de M. A. **Millardet**, présentée par M. Duclaux. (Extrait.)

« Les viticulteurs savent combien la reconstitution des vignobles détruits par le Phylloxera, au moyen du greffage de nos cépages indigènes sur Vignes américaines résistant à l'insecte, est chose difficile, dans un

grand nombre de cas.... Mon intention, dans cette Note, est de montrer que la seule méthode efficace est l'hybridation.

» C'est après de grandes difficultés rencontrées au début, que l'hybridation de la Vigne, pratiquée autrefois aux États-Unis dans un tout autre but, a pris, en France, depuis quatorze ans, un essor considérable.

» Au mois de mai 1874, je fus chargé par la Commission académique du Phylloxera, d'étudier les ressources que les Vignes américaines pouvaient offrir à notre viticulture. C'était l'époque où le Midi, sur la foi de Planchon, commençait à replanter son vignoble anéanti par l'insecte, avec des *Concords*, des *Clintons* et des *Taylors* qui, aux États-Unis, semblent, en effet, présenter une résistance suffisante au Phylloxera. Mais en peu d'années, ces plantations, déjà très considérables, commencèrent à faiblir, puis à disparaître. Il s'agissait d'expliquer cet échec et de trouver des porte-greffes moins infidèles.

» C'est ce que je fus assez heureux de faire de 1876 à 1881. La diminution de résistance de ces plantes, dans la zone de l'olivier, me parut être simplement un effet du climat plus sec et plus chaud de cette région, plus favorable par conséquent au Phylloxera que le climat humide et tempéré de la partie moyenne des États-Unis, d'où ces Vignes provenaient.

» L'étude attentive de la nature même des plantes dont il est question m'amena à résoudre également la deuxième question.

» Il me parut certain, en effet, que le *Concord* ne résiste que très peu, parce qu'il descend directement du *V. labrusca* sauvage, lequel n'a qu'une résistance peu supérieure à celle de la Vigne européenne. Quant au *Taylor* et au *Clinton*, ils résistent davantage, mais non suffisamment, parce qu'au lieu d'être, comme on l'avait toujours cru, des descendants directs du *V. riparia*, qui, à l'état sauvage, ne souffre aucunement du Phylloxera, ils sont des produits du croisement de ce *Riparia résistant* avec le *Labrusca non résistant*.

» Il en est de même, *mutatis mutandis*, pour le *York*, le *Jacquez*, l'*Herbemont*, le *Cunningham*, etc.

» Partant de là, je conseillai de n'adopter, comme porte-greffes, que des espèces types résistant au Phylloxera, ou des hybrides entre espèces résistantes seulement. Ainsi, je proposai, le premier et dès 1877 ([1]), le *V. riparia* comme porte-greffe; puis le *V. rupestris*, ainsi que les *V. cinerea* et *cordifolia* (1878, 1879, 1881). On sait quel rôle important les *Riparia* et *Rupestris* jouent actuellement dans la reconstitution des vignobles. Les deux autres espèces n'ont guère été employées jusqu'ici, à cause de la difficulté avec laquelle elles reprennent de boutures. On verra plus loin que l'hybridation a triomphé de cette difficulté.

» Mais les *Riparia* et *Rupestris* eux-mêmes sont fréquemment insuffisants; non que le Phylloxera puisse leur nuire, mais parce que les terrains qui contiennent une

---

([1]) *Journal d'Agriculture pratique*, 30 août 1877. — 1878, 28 novembre. — 1879. *Études sur quelques espèces de Vignes sauvages*. — 1881. *Notes sur les Vignes américaines*.

certaine proportion de calcaire ne leur conviennent pas; ils s'y chlorosent et s'y rabougrissent plus ou moins. En un mot, ce sont des plantes silicicoles et calcifuges, tandis que notre Vigne européenne prospère dans tous les sols. Les deux formes de calcaire les plus dangereuses pour ces Vignes, toutes choses égales d'ailleurs, paraissent être les marnes d'eau douce et la craie. On peut estimer à *un million d'hectares environ* la superficie du vignoble français qu'il est impossible de reconstituer par les *Riparia* et *Rupestris*, aussi bien que par les autres espèces déjà nommées.

» Les difficultés que je viens d'indiquer se sont présentées, à l'origine, surtout dans le Midi de la France. Il y a, dans cette région, de très nombreux vignobles qui ont été reconstitués jusqu'à trois fois successivement : une première avec le *Clinton*, le *Taylor*, le *Concord*, qui n'ont pas résisté; une seconde par le *Riparia*, qui est mort chlorosé; une troisième à l'aide du *Jacquez*, qui résiste mieux à la chlorose que le *Riparia*, mais qui est à son tour en train de disparaître, à cause de sa résistance insuffisante au Phylloxera.

» En 1887, M. Viala fut envoyé aux États-Unis par le Ministre de l'Agriculture, à l'effet de rechercher si, dans ce vaste continent, il ne se trouverait pas quelque vigne calcicole, capable par conséquent de végéter dans nos sols calcaires. Après une exploration consciencieuse, M. Viala trouva cette vigne, le *V. Berlandieri*, sur les collines crayeuses du Texas, où Engelmann l'avait déjà indiquée. Malheureusement, ce porte-greffe reprend si mal de boutures, qu'il est à peu près inutilisable.

» Pour comprendre comment l'obstacle apporté par la chlorose à la reconstitution des vignobles a pu être surmonté, il est nécessaire de remonter à dix-huit années en arrière.

» Dans un Rapport sur la mission dont j'avais été chargé par l'Académie, en mai 1874, et que j'eus l'honneur de remettre à Dumas en juillet 1876, Rapport qui n'a pas été publié, je disais [1] :

» On peut affirmer en toute sécurité la possibilité de faire à volonté, par le croisement, des porte-greffes d'une résistance au Phylloxera égale, sinon supérieure, à celle des cépages américains les mieux éprouvés jusqu'ici (*Solonis, York*, etc.); on peut avoir la certitude de rendre nos cépages européens résistants, tout en leur conservant une partie des qualités qui nous les rendent si précieux.

» Pendant plusieurs années, dans divers écrits, j'insistai sur l'importance des résultats que pouvait donner le croisement de nos vignes indigènes avec les espèces américaines résistantes et, dès 1880, je pratiquai moi-même l'hybridation. Mes paroles eurent, paraît-il, de l'écho, car, à la même époque, plusieurs personnes commencèrent également à faire des croisements : MM. Ganzin et Couderc, ainsi que l'École de Montpellier,

---

(1) Ce passage est reproduit dans mes *Notes sur les vignes américaines*, p. 64; 1881.

pour ne citer que les ouvriers de la première heure. Je me flattais, et sans doute je n'étais pas le seul, de l'espoir de produire, par ces croisements, des Vignes à moitié américaines et à moitié françaises, douées, par conséquent, à la fois, d'une certaine résistance au Phylloxera et à diverses maladies cryptogamiques, et d'une fructification suffisante. Jusqu'à présent, malgré un labeur énorme et l'assistance d'un collaborateur d'un dévouement sans bornes, M. de Grasset, grand propriétaire de l'Hérault, ce but semble n'avoir pas encore été atteint, par nous du moins.

» Mais, si ni M. de Grasset et moi, ni personne, sauf peut-être M. Ganzin, n'a été assez heureux pour créer un producteur hybride de quelque valeur, un autre résultat bien plus important est acquis, par lequel la question de la chlorose se trouve absolument résolue.

» En combinant, dans un hybride, deux espèces résistantes au Phylloxera, parmi lesquelles une calcicole, par exemple le *Berlandieri,* avec le *Riparia* ou le *Rupestris*, tous deux calcifuges, nous avons produit, mon collaborateur et moi, des plantes d'une très haute résistance et presque aussi calcicoles que le *Berlandieri* lui-même.

» Ce résultat devait être prévu, d'après les lois de l'hérédité. Mais, ce qui ne pouvait être espéré, c'est que le croisement du *V. riparia* avec le *V. rupestris*, deux plantes calcifuges, donnât naissance à un hybride *calcicole*. Plusieurs numéros de notre collection et quelques-uns de M. Couderc sont dans ce cas. Ils sont employés, depuis six à huit ans, dans tout le vignoble français, et y donnent les meilleurs résultats, lorsque les sols ne sont que moyennement chlorosants. Ce fait de l'apparition, chez un hybride, de caractères qui manquent à ses deux parents, quoique très rare, n'est pas absolument inconnu des physiologistes.

» On a vu plus haut que les *V. cinerea, cordifolia* et *Berlandieri,* auxquels il faut ajouter les *V. monticola* et *œstivalis,* feraient d'excellents porte-greffes, si la grande difficulté avec laquelle ils reprennent de bouture, ne les rendait inutilisables. Le croisement de ces espèces avec les *V. rupestris* et *riparia* a produit des hybrides, qui reprennent dans une proportion très suffisante, et qui, depuis plusieurs années, donnent les meilleurs résultats dans les sols très argileux, compacts, dans lesquels le *Rupestris* et le *Riparia* viennent plus ou moins mal.

» Voilà pour les croisements entre espèces américaines résistantes. Voyons maintenant quels sont les résultats du croisement entre ces mêmes espèces et notre vigne européenne.

» Dans ces croisements, s'est produit un fait inattendu. La résistance du parent américain, dans certains cas, relativement très rares, il est vrai, a passé intégralement dans l'hybride, sans rien perdre de sa valeur par le mélange du sang américain avec le sang européen non résistant; de sorte que nous avons actuellement, par exemple, des *Cabernet-Rupestris*, des *Aramon-Riparia* exactement aussi résistants que les meilleurs *Rupestris* et *Riparia*.

» L'importance de ces hybrides franco-américains gît dans deux propriétés qui dérivent de leur composition même. D'une part, étant constitués pour moitié par des vignes européennes, ils ont pour ces dernières une affinité de greffage beaucoup plus grande que les porte-greffes purement américains. D'autre part, comme ils ont hérité d'une partie de la résistance au calcaire de la vigne européenne, ils sont très peu sujets à la chlorose.

» Aussi ont-ils été employés, depuis cinq à six ans, sur une très grande échelle, dans des terrains calcaires qui n'avaient pu jusqu'alors être reconstitués. Cependant, malgré leur haute résistance à la chlorose, ils sont insuffisants dans les sols les plus marneux et les plus crayeux.

» L'Académie apprendra sans doute avec intérêt qu'un hybride de *Chasselas* et *Berlandieri*, étudié depuis six ans dans les terres les plus chlorosantes du midi, du sud-ouest et de l'ouest, comblera cette dernière lacune. De même que dans les calcaires d'eau douce de l'Hérault et dans les marnes lacustres du Gers, il a toujours donné, dans les sols crayeux des Charentes (petite et grande Champagne) et de la Dordogne, là où la dose de craie dans le sol varie entre 23 et 65 pour 100, les meilleurs résultats, soit au point de vue de la résistance à la chlorose et au Phylloxera, soit en ce qui concerne la vigueur et la fructification de ses greffes.

» L'Académie me permettra de remarquer encore que, s'il est enfin permis d'affirmer la possibilité de reconstituer le vignoble français tout entier, cette solution du problème phylloxérique est due à l'hybridation, que je me fais honneur d'avoir préconisée le premier, c'est-à-dire dès 1876, et pratiquée dès 1880. »

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. E. **Dussau** adresse un Mémoire relatif à un procédé pour le traitement des eaux d'égout.

(Renvoi au Concours des Arts insalubres, fondation Montyon.)

MM. L. **Joué** et E. **Crouzel** adressent une Note relative à la bouillie *tanno-cuprique*, appliquée au traitement du mildew de la vigne.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

MM. **Ilet** et **Malbot** adressent une Note sur un nouveau phylloxéricide, expérimenté à Philippeville (Algérie).

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

## CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte que la Science vient de faire dans la personne du P. *François Denza*, Directeur de l'observatoire du Vatican, décédé à Rome le 14 décembre 1894.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la correspondance, deux Brochures de M. *Adolphe Carnot*, intitulées : « Analyses des eaux minérales françaises, exécutées au Bureau d'essai de l'École des Mines » et « Minerais de manganèse, analysés au Bureau d'essai de l'École des Mines ». (Présenté par M. Haton de la Goupillière.)

M. R. **Zeiller** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section de Botanique, par la mort de M. *Duchartre*.

(Renvoi à la Section de Botanique.)

MM. **P. Adam, Arloing, Autonne, Balland, G. Bertrand, G. Bigourdan, Chabrié, J. Collet, Cuénot, G. Defforges, Raphael Dubois, A. Faidherbe,**

G. Félizet, Bertrand de Fontvioland, E. Gley, Guichard, Husnot, Lardier, A. Layet, Le Chatelier, H. Leloir, R. Liouville, E.-A. Martel, Ch. Morot, M. d'Ocagne, Phisalix, E. Tartière, A. Vaudremer, J. Weingarten adressent des remercîments à l'Académie pour les distinctions accordées à leurs travaux.

ASTRONOMIE. — *Éléments de la planète* 1894 BE. Note de M. J. Coniel, présentée par M. Tisserand.

« Des éléments provisoires, pour la planète 1894 BE, ont été calculés par M. Schulhof et publiés dans les *Comptes rendus*.

» A l'aide de ces éléments, nous avons calculé une éphéméride pour la comparaison des observations individuelles. Les écarts que nous avons obtenus par cette comparaison sont assez sensibles et augmentent rapidement. Nous avons donc dû, pour la formation de nos lieux normaux, ne prendre que les observations du même jour, ou celles qui n'étaient séparées que par un jour d'intervalle. Nous avons ainsi formé les cinq lieux suivants.

| Lieux normaux. | Temps moyen de Paris. 1894. | | Nombre d'observations. | λ1894,0. | β1894,0. |
|---|---|---|---|---|---|
| I...... | Nov. | 4,70 | 3 | 38°.48′.38″,4 | — 8°.27′.37″,3 |
| II...... | » | 16,85 | 2 | 35.33.49,1 | —12.49.49,9 |
| III...... | » | 24,40 | 2 | 34.10.56,4 | —14.52.58,6 |
| IV...... | Déc. | 1,87 | 2 | 33.24.54,2 | —16.25.57,0 |
| V...... | | 7,35447 | 1 | 33.14.39,5 | —17.18.29,3 |

» Par la variation des distances géocentriques des lieux extrêmes nous avons obtenu les éléments suivants :

1894 nov. 4,7 temps moyen de Paris.

| | | |
|---|---|---|
| M............ | 23°.18′.38″,5 | |
| π............ | 357.25.53,5 | équin. et écl. moy. 1894,0. |
| ☊............ | 212.36.51,4 | |
| $i$............ | 23. 5. 5,7 | |
| φ............ | 18. 4. 8,1 | |
| μ............ | 1002″,151 | |
| log $a$......... | 0,366049 | |

» Ces éléments laissent subsister, dans les lieux intermédiaires, les écarts suivants dans le sens (obs.-calc.) :

| | II. | III. | IV. |
|---|---|---|---|
| $\Delta\lambda$ ........ | $-0'',2$ | $-1'',5$ | $-1'',0$ |
| $\Delta\beta$ ........ | $+2,2$ | $-2,6$ | $+2,8$ |

» Ces éléments provisoires comportent déjà une exactitude assez grande : l'incertitude ne dépasse pas $\pm 0,002$ sur le logarithme de $\rho_1$ et $\pm 0,002$ sur le logarithme de $\rho_3$.

» Parmi toutes les petites planètes connues, la planète BE possède la plus petite distance périhélie (1,60) ; nous ne considérons pas ici Brucia (363), dont les éléments sont trop incertains.

» Lorsque BE se trouve dans son nœud descendant, sa distance à l'orbite terrestre est de 0,67. Grâce à cette circonstance, cet astre, parmi toutes les planètes connues, est le plus favorablement situé pour faciliter la détermination de la parallaxe solaire. »

ASTRONOMIE. — *Éléments provisoires de la planète* BI. Note de M. **Capon**, présentée par M. Tisserand.

« La planète BI a été découverte, le 24 novembre 1894, par M. Charlois, à l'observatoire de Nice. A l'aide des observations des 24 novembre, 4 et 14 décembre, qu'il a bien voulu nous communiquer, nous avons calculé une orbite provisoire et nous avons trouvé les éléments suivants :

T = 1894 novembre 24,5, temps moyen de Paris.

| | | |
|---|---|---|
| M ............ | 36°.56'. 2'',8 | |
| $\pi$ ............ | 359.55.24,5 | Équin. et écl. moy. 1894,0 |
| ☊ ............ | 94.38. 6,0 | Équin. et écl. moy. 1894,0 |
| $i$ ............ | 12.41. 3,0 | Équin. et écl. moy. 1894,0 |
| $\varphi$ ............ | 5.29.25,0 | |
| $\mu$ ............ | 828'',362 | |
| log $a$ ......... | 0,421191 | |

» En comparant ces éléments à ceux qui sont contenus dans le Tableau de l'*Annuaire du Bureau des Longitudes*, nous avons remarqué que cette planète est identique à la planète (369). »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète d'Encke et des planètes* BH *et* BI, *faites à l'observatoire d'Alger à l'équatorial coudé;* par MM. **Rambaud** et **Sy**, présentées par M. Tisserand.

| Date 1894. | Étoiles de comparaison. | Astre — Étoile. ΔR. | Δ Décl. | Nombre de compar. | Obs. |
|---|---|---|---|---|---|
| | | **Comète d'Encke.** | | | |
| Nov. 19 ....... | *a* Rumker | −3.$^m$ 1,36$^s$ | − 5.38,6″ | 12: 6 | R |
| 20 ....... | *b* Seeliger | +0. 8,64 | + 2.23,9 | 19: 8 | S |
| | | **BH.** | | | |
| Nov. 24 ....... | *c* Weisse, Rumker | +1. 4,13 | − 1.52,0 | 3: 2 | R |
| 26 ....... | *c* Id. | −0.39,53 | − 2.52,9 | 10:10 | R |
| 26 ....... | *c* Id. | −0.39,90 | − 2.52,7 | 8: 8 | S |
| | | **BI.** | | | |
| Nov. 26 ....... | *d* Lamont, Weisse | −3.28,43 | − 9.15,9 | 11:14 | S |
| 26 ....... | *d* Id. | −3.28,90 | − 9. 9,9 | 11:14 | S |
| 30 ....... | *e* Seeliger | −1.36,50 | −13. 3,2 | 11:10 | R |

*Positions des étoiles de comparaison.*

| Date 1894. | Étoiles. | Ascens. droite moyenne 1894,0. | Réduction au jour. | Déclinaison moyenne 1894,0. | Réduction au jour. | Autorités. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Nov. 19.. | *a* | 22.42.25,98 (h m s) | +2,96$^s$ | + 9°.46′.49″,2 | +21″,0 | Rumker, n° 10622 |
| 20.. | *b* | 22.37.49,14 | +2,73 | + 9.24.49,8 | +20,8 | Seeliger, t. II, n° 12650 |
| 24.. | *c* | 3. 8.13,54 | +4,18 | +15.11.39,7 | +23,8 | ½[Weisse, n° 96 + Rumker, n° 811] |
| 26.. | *c* | » | +4,20 | » | +23,8 | » |
| 26.. | *d* | 2.26.44,58 | +3,97 | − 1.39.42,2 | +22,8 | ½[Lamont, n° 366 + Weisse$_1$, n° 410] |
| 30.. | *e* | 2.22.26,58 | +3,90 | − 1.15.59,4 | +22,6 | Seeliger, t. II, n° 557 |

*Positions de la comète et des planètes.*

| Date 1894. | Temps moyen d'Alger. | Ascension droite apparente. | Log. fact. parallaxe. | Déclinaison apparente. | Log. fact. parallaxe. |
|---|---|---|---|---|---|
| | | **Comète d'Encke.** | | | |
| Nov. 19 ..... | 8$^h$.44$^m$.50$^s$ | 22$^h$.39$^m$.27$^s$,58 | $\bar{1}$,383 | + 9°.41′.31″,6 | 0,620 |
| 20 ..... | 9.18.41 | 22.38. 0,51 | $\bar{1}$,489 | + 9.27.34,5 | 0,634 |

| Date 1894. | Temps moyen d'Alger. | Ascension droite apparente. | Log. fact. parallaxe. | Déclinaison apparente. | Log fact. parallaxe. |
|---|---|---|---|---|---|
| | | BH. | | | |
| | h m s | h m s | | | |
| Nov. 24 ..... | 10.16. 9 | 3. 9.21,85 | $\bar{2},906_n$ | +15°.10′.11″,5 | 0,513 |
| 26 ..... | 8.58.29 | 3. 7.38,21 | $\bar{1},340_n$ | +15. 9.10,6 | 0,535 |
| 26 ..... | 9.10.16 | 3. 7.37,84 | $\bar{1},292_n$ | +15. 9.10,8 | 0,530 |
| | | BI. | | | |
| Nov. 26 ..... | 10.26.12 | 2.23.20,12 | 2,731 | − 1.48.35,3 | 0,740 |
| 26 ..... | 10.54.23 | 2.23.19,65 | $\bar{1},407$ | − 1.48.29,3 | 0,739 |
| 30 ..... | 10.31.12 | 2.20.53,98 | $\bar{1},005$ | − 1.28.40,0 | 0,737 |

» Les observations de la comète d'Encke ont été très difficiles, à cause de la faiblesse de l'astre. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète d'Encke faites à l'equatorial coudé* ($0^m,32$) *de l'observatoire de Lyon*. Note de M. G. LE CADET, présentée par M. Tisserand.

*Comparaisons et positions de la comète.*

| Dates 1894. | Temps moyen de Paris. | Comète — Étoile. Δα. | Δδ. | Nombre de comp. | α app. | Log. fact. parall. | δ app. | Log. fact. parall. | ★. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | h m s | m s | | | h m s | | | | |
| Déc. 1.. | 7.14.18 | −0.31,60 | − 0′.34″,9 | 20:20 | 22.26. 0,14 | 9,248 | + 7°.14′.31″,6 | 0,744 | 1 |
| » 1.. | 8.34.47 | −0.33,88 | − 0.52,5 | 20:20 | 22.25.57,86 | 9,405 | + 7.14.14,0 | 0,751 | 1 |

*Position moyenne de l'étoile de comparaison pour* 1894,0.

| ★. | Désignation. | α moy. | Réduction au jour. | δ moy. | Réduction au jour. | Autorités. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | h m s | s | | | |
| 1 | BD + 7°.4886 | 22.26.29,16 | + 2,58 | +7°.14′.47″,7 | +18″,8 | $W_1$ 22.509 |

| O — C (Backlund). | |
|---|---|
| −0s,87 | −16″,2 |
| −1,38 | −11,7 |

» *Remarques.* — Ces observations ont été faites au moyen du micromètre à gros fils de platine, avec un grossissement de 180. Le bras de la lunette était agité par un fort vent du nord et les images des étoiles étaient très diffuses.

» La comète apparaît sous forme d'une nébulosité extrêmement faible, à peine distincte, diffusée sur un cercle d'environ 5′ de diamètre; on soupçonne, par vision oblique, un point de condensation excentrique près du bord est. C'est sur cette condensation que l'on s'est efforcé de pointer. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil, faites à l'observatoire de Lyon (équatorial Brunner), pendant le troisième trimestre de* 1894. Note de M. **J. Guillaume**, présentée par M. Mascart.

« Les Tableaux suivants résument ces observations.

» Le premier donne, à la droite de l'indication du mois, le nombre proportionnel des jours sans taches (nombre d'ailleurs nul pour tout le trimestre); les colonnes successives renferment les époques extrêmes d'observation, le nombre d'observations de chaque groupe, le jour du passage au méridien central du disque solaire (en T. m. civil de Paris), les latitudes moyennes, les surfaces moyennes des groupes de taches exprimées en *millionièmes* de l'aire d'un hémisphère et réduites au centre du disque; à la fin de chaque mois, on a indiqué le nombre de jours d'observation et la latitude moyenne de l'ensemble des groupes observés dans chaque hémisphère.

» Le deuxième Tableau donne les nombres mensuels de groupes de taches contenus dans des zones consécutives de 10° de largeur et les surfaces totales mensuelles des taches (en millionièmes de l'hémisphère).

» Le troisième, enfin, renferme des données analogues pour les régions d'activité du Soleil, c'est-à-dire pour les groupes de facules contenant ou non des taches; dans ce dernier Tableau, les surfaces mensuelles des facules, toujours réduites au centre du disque, sont exprimées en *millièmes* de l'hémisphère.

» Les principaux faits qui en ressortent sont les suivants :

» *Taches.* — Le nombre des jours d'observation durant ce trimestre s'est élevé à 61, pendant lesquels on a noté 110 groupes de taches donnant une surface de 6024 millionièmes; en 53 jours, le trimestre précédent, on avait noté 94 groupes dont la surface totale représentait 9692 millionièmes de l'hémisphère visible. On voit par là que l'étendue moyenne des groupes est en diminution notable (plus d'un tiers) malgré une augmentation de 16 groupes.

» Cette augmentation dans le nombre de groupes s'est produite entre —10° et —20° au sud, et entre +0° et +10° au nord; il y a diminution dans les hautes latitudes. Nous avons le même nombre de groupes, soit 16, entre —0° et —10°, et, en plus : 11 groupes de —10° à —20°; 1 de —20° à —30°; en moins : 2 groupes de

— 30° à — 40°; 1 de — 40° à — 90°. On a donc au total 9 groupes en plus pour l'hémisphère austral.

» Au nord, il y a augmentation de 11 groupes de + 0° à + 10°, et, en moins : 2 groupes de + 10° à + 20°; 2 groupes de + 20° à + 30°. Comme pendant le deuxième trimestre, on n'a vu aucune tache au-dessus de + 30°. Au total, on a donc en plus 7 groupes pour cet hémisphère.

» Les groupes *visibles à l'œil nu* sont au nombre de 3 seulement (il y en a eu 12 le trimestre précédent), ce sont les suivants de notre Tableau I : juillet 17,1 à — 14°; août 5,2 à + 9° et 17,2 à + 7°. Il n'y en a pas eu en septembre.

» *Régions d'activité.* — Comparativement au trimestre précédent, les facules ont augmenté en nombre et en étendue. Nous avons, en effet, 141 groupes et une surface de 203,4 millièmes, au lieu de 120 groupes et 179,1 millièmes.

» Cette augmentation se répartit d'une façon peu différente de celle des taches : elle est un peu plus australe dans l'hémisphère sud et plus étendue vers le nord dans l'autre hémisphère. Les variations sont les suivantes. En moins : 7 groupes de — 0° à — 10°, et 2 de — 40° à — 90°. En plus : 8 groupes de — 10° à — 20°; 2 de — 20° à — 30°; 1 de — 30° à — 40°. On a au total 2 groupes de plus (73 au lieu de 71). Au nord, on a en plus : 10 groupes de + 0° à + 10°; 13 de + 10° à + 20°; 1 de + 40° à + 90°, et, en moins : 5 groupes de + 20° à + 30°. De + 30° à + 40°, il y a le même nombre, soit 1 groupe. Au total, on a 19 groupes de plus (68 au lieu de 49). »

TABLEAU I. — *Taches.*

| Dates extrêmes d'observ. | Nombre d'observations. | Pass. au mér. central. | Latitudes moyennes S. | Latitudes moyennes N. | Surfaces moyennes réduites. |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Juillet 1894. | 0,00. | | |
| 30 | 1 | 0,4 | — 1 | | 1 |
| 28- 6 | 7 | 2,2 | —12 | | 15 |
| 3 | 1 | 3,3 | — 1 | | 3 |
| 29- 7 | 8 | 4,2 | | + 1 | 15 |
| 2- 7 | 6 | 5,4 | | +17 | 47 |
| 2 | 1 | 5,8 | — 8 | | 2 |
| 2- 9 | 7 | 6,5 | | + 7 | 46 |
| 6 | 1 | 6,7 | —15 | | 2 |
| 6-13 | 5 | 7,5 | —15 | | 54 |
| 2-11 | 7 | 8,6 | —14 | | 14 |
| 3-13 | 8 | 8,9 | | +11 | 202 |
| 3- 9 | 6 | 9,5 | —19 | | 127 |
| 4-13 | 7 | 10,4 | —20 | | 222 |
| 6- 7 | 2 | 11,5 | | + 8 | 18 |
| 7-13 | 3 | 12,3 | | +18 | 5 |
| 11-17 | 4 | 12,5 | —12 | | 147 |
| 6-17 | 6 | 12,6 | | + 8 | 341 |
| 7-19 | 7 | 13,5 | | + 9 | 89 |
| 9-11 | 2 | 14,6 | | +10 | 8 |
| 11-13 | 2 | 15,3 | —20 | | 20 |
| 11-17 | 3 | 16,2 | —12 | | 29 |
| 11 | 1 | 17,0 | | +15 | 5 |
| 11-23 | 8 | 17,1 | —14 | | 381 |
| 13-21 | 6 | 18,0 | —13 | | 22 |
| 13-23 | 7 | 18,7 | | + 6 | 184 |
| 13-23 | 7 | 19,0 | —12 | | 135 |
| | | Juillet 1894 | 0,00 (suite). | | |
| 16-21 | 5 | 19,8 | —18 | | 7 |
| 16-21 | 3 | 19,9 | | +13 | 6 |
| 16-23 | 3 | 21,1 | —29 | | 4 |
| 23 | 1 | 21,6 | — 9 | | 2 |
| 23 | 1 | 22,1 | —10 | | 1 |
| 16-28 | 9 | 23,1 | | +11 | 176 |
| 23 | 1 | 23,6 | —22 | | 8 |
| 19-28 | 7 | 24,1 | | +13 | 162 |
| 21-28 | 2 | 24,4 | —22 | | 5 |
| 20-30 | 7 | 25,5 | —10 | | 159 |
| 23 | 1 | 25,9 | —34 | | 1 |
| 23-25 | 2 | 26,0 | —11 | | 15 |
| 23 | 1 | 26,3 | | +19 | 4 |
| 27-28 | 2 | 27,2 | — 7 | | 4 |
| 21- 2 | 9 | 27,4 | | +17 | 195 |
| 27-28 | 2 | 28,1 | | + 7 | 3 |
| 23- 2 | 8 | 29,0 | —22 | | 116 |
| 25 | 1 | 29,9 | | + 9 | 3 |
| | 20 j. | | —14°,7 | +11°,1 | |
| | | Août 1894. | 0,00. | | |
| 3- 4 | 3 | 2,8 | —12 | | 13 |
| 30-11 | 8 | 5,2 | | + 9 | 387 |
| 1- 8 | 6 | 6,7 | —20 | | 61 |
| 2-14 | 6 | 8,2 | | +17 | 124 |

| Dates extrêmes d'observ. | Nombre d'observations. | Pass. au mér. central. | Latitudes moyennes S. | Latitudes moyennes N. | Surfaces moyennes réduites. |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Août (suite). | | | |
| 2-14 | 6 | 8,5 | −14 | | 79 |
| 2- 6 | 3 | 8,6 | | + 7 | 27 |
| 8-18 | 5 | 13,0 | −12 | | 49 |
| 8-11 | 2 | 13,3 | −21 | | 20 |
| 8-18 | 5 | 13,8 | −15 | | 43 |
| 14-18 | 3 | 16,0 | −13 | | 5 |
| 11-23 | 8 | 17,2 | | + 7 | 924 |
| 18-22 | 4 | 17,3 | −18 | | 4 |
| 14-17 | 2 | 18,3 | −28 | | 5 |
| 22 | 1 | 18,5 | −16 | | 5 |
| 20-22 | 3 | 20,2 | | + 8 | 13 |
| 17-24 | 4 | 20,2 | −19 | | 16 |
| 17-24 | 7 | 21,0 | − 5 | | 34 |
| 17-18 | 2 | 22,6 | −27 | | 10 |
| 24-28 | 3 | 22,6 | | +13 | 28 |
| 25 | 1 | 22,8 | | +21 | 2 |
| 18-23 | 5 | 23,7 | −12 | | 9 |
| 18-25 | 7 | 23,9 | | +18 | 20 |
| 24 | 1 | 24,4 | | + 7 | 3 |
| 28 | 1 | 24,8 | | + 1 | 2 |
| 25 | 1 | 26,5 | −17 | | 2 |
| 25 | 1 | 28,6 | −26 | | 2 |
| 27- 4 | 7 | 30,1 | − 7 | | 45 |
| | 20 j. | | −16°,6 | +10°,8 | |
| | | Septembre 1894. | 0,00. | | |
| 28-31 | 2 | 0,1 | −24 | | 2 |
| 31- 1 | 2 | 0,3 | | + 8 | 5 |
| 27- 7 | 10 | 2,0 | | +11 | 85 |
| 31 | 1 | 2,3 | −23 | | 2 |
| 31- 4 | 2 | 4,3 | | +21 | 5 |
| 31 | 1 | 4,4 | | +29 | 3 |
| 31- 7 | 5 | 4,7 | −12 | | 6 |

| Dates extrêmes d'observ. | Nombre d'observations. | Pass. au mér. central. | Latitudes moyennes S. | Latitudes moyennes N. | Surfaces moyennes réduites. |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Septembre (suite). | | | |
| 31 | 1 | 6,5 | −17 | | 7 |
| 1- 7 | 5 | 7,3 | −15 | | 28 |
| 11 | 1 | 7,4 | − 5 | | 22 |
| 11 | 1 | 8,4 | −19 | | 4 |
| 4-7 | 4 | 9,1 | | +28 | 8 |
| 12-13 | 2 | 9,2 | −12 | | 6 |
| 5-13 | 6 | 11,2 | − 9 | | 31 |
| 11-15 | 4 | 11,5 | | +19 | 22 |
| 6-18 | 8 | 12,3 | | +15 | 209 |
| 6-18 | 8 | 12,4 | −15 | | 200 |
| 6-15 | 6 | 12,8 | | + 8 | 66 |
| 7-12 | 2 | 13,4 | | +19 | 20 |
| 15 | 1 | 14,1 | − 2 | | 1 |
| 11-13 | 3 | 14,3 | −13 | | 7 |
| 15-17 | 2 | 16,8 | − 7 | | 9 |
| 12-20 | 7 | 18,0 | −11 | | 18 |
| 17-22 | 3 | 18,8 | −27 | | 3 |
| 17-24 | 7 | 19,0 | − 9 | | 104 |
| 21-22 | 2 | 19,7 | | + 9 | 1 |
| 15-25 | 9 | 19,9 | | + 0 | 50 |
| 15-22 | 3 | 20,5 | − 0 | | 17 |
| 26 | 1 | 23,7 | | + 0 | 2 |
| 27 | 1 | 24,9 | | + 4 | 1 |
| 19-29 | 10 | 25,0 | | +18 | 31 |
| 27-29 | 3 | 25,8 | −11 | | 69 |
| 21 | 1 | 26,3 | | +15 | 4 |
| 22-27 | 5 | 26,3 | | + 2 | 6 |
| 24-27 | 4 | 27,1 | | +11 | 3 |
| 26 | 1 | 27,4 | − 7 | | 2 |
| 22-26 | 3 | 27,5 | −16 | | 10 |
| 24-29 | 6 | 29,4 | | + 4 | 15 |
| 28-29 | 2 | 29,5 | | + 8 | 3 |
| | 21 j. | | −12°,7 | +12°,1 | |

Tableau II. — *Distribution des taches en latitude.*

| | Sud. | | | | | | Nord. | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 90°-40°. | 40°-30°. | 30°-20°. | 20°-10°. | 10°-0°. | Somme. | Somme. | 0°-10°. | 10°-20°. | 20°-30°. | 30°-40°. | 40°-90°. | Totaux mensuels. | Surfaces mensuelles. |
| Juillet..... | » | 1 | 4 | 14 | 7 | 26 | 18 | 9 | 9 | » | » | » | 44 | 3005 |
| Août...... | » | » | 4 | 11 | 2 | 17 | 10 | 6 | 3 | 1 | » | » | 27 | 1932 |
| Septembre. | » | » | 3 | 10 | 7 | 20 | 19 | 9 | 7 | 3 | » | » | 39 | 1087 |
| Totaux.. | » | 1 | 11 | 35 | 16 | 63 | 47 | 24 | 19 | 4 | » | » | 110 | 6024 |

Tableau III. — *Distribution des facules en latitude.*

| | Sud. | | | | | | Nord. | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 90°-40°. | 40°-30°. | 30°-20°. | 20°-10°. | 10°-0°. | Somme. | Somme. | 0°-10°. | 10°-20°. | 20°-30°. | 30°-40°. | 40°-90°. | Totaux mensuels. | Surfaces mensuelles |
| Juillet...... | 1 | 3 | 7 | 11 | 1 | 23 | 23 | 8 | 12 | 2 | 0 | 1 | 46 | 64,0 |
| Août....... | 1 | » | 5 | 14 | 1 | 21 | 19 | 8 | 9 | 2 | » | » | 40 | 63,8 |
| Septembre.. | 3 | 2 | 8 | 11 | 5 | 29 | 26 | 9 | 13 | 3 | 1 | 0 | 55 | 75,6 |
| Totaux... | 5 | 5 | 20 | 36 | 7 | 73 | 68 | 25 | 34 | 7 | 1 | 1 | 141 | 203,4 |

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur le problème des trois corps*. Note de M. F. **Siacci**.

« Je demande la permission de faire remarquer à l'Académie que la Note qui a paru dans les *Comptes rendus* du 27 août 1894 (p. 451), *Sur la transformation des équations canoniques du problème des trois corps*, est la reproduction d'une Note que j'ai eu l'honneur de lui présenter le 12 janvier 1874, avec le titre *Sur le problème des trois corps* (¹). »

MÉCANIQUE. — *Remarques au sujet d'une réclamation de M.* O. Staude; par M. P. **Staeckel**.

« La réclamation de M. O. Staude pouvant donner lieu à des méprises, je prie l'Académie de bien vouloir me permettre quelques remarques à ce sujet :

» 1° Dans ma Communication du 27 septembre, j'ai renvoyé à une Note du 8 mai 1893, dans laquelle j'avais déjà fait mention des résultats de M. O. Staude pour le cas de deux variables, et, dans la continuation de ma Communication du 27 septembre, parue le 29 octobre, j'ai cité expressément ce savant.

» 2° M. O. Staude prétend que mes deux théorèmes ne sont que des généralisations des siens. Quant au second, ce n'est point M. O. Staude, mais M. Sophus Lie qui pourrait réclamer la priorité, car celui-ci a traité le premier la question des tranformations conformes des géodésiques (*Math. Annalen*, Bd. 20, 1880). Quant à mon premier théorème, il résulte d'une théorie générale des transformations infinitésimales des équations différentielles de la Dynamique, qui s'applique aussi quand on a plusieurs transformations, tandis que les moyens restreints dont se sert M. O. Staude ne suffisent que dans les cas spéciaux considérés par lui. Donc mes résultats ne sont pas des généralisations faciles des résultats de M. O. Staude, comme on pouvait le croire d'après la réclamation de cet éminent géomètre; au contraire, les théorèmes de M. O. Staude ne sont que les cas les plus simples de mes théorèmes généraux, obtenus par des méthodes tout à fait différentes des siennes. »

(¹) *Comptes rendus*, t. LXXVIII, p. 110.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la résolution des équations numériques au moyen des suites récurrentes.* Note de M. R. **Perrin**, présentée par M. Jordan.

« Dans une précédente Communication, j'ai énoncé trois propositions sur les propriétés des suites que j'appelle dérivées d'une suite récurrente donnée.

» Si $f(x) = 0$ est une équation algébrique *quelconque* (à coefficients réels) d'ordre $m$, sa suite potentielle (c'est-à-dire celle dont le terme général $u_n$ est la somme des puissances $n^{\text{ièmes}}$ des $m$ racines) satisfait aux conditions de la proposition III.

» D'autre part, si $p$ quantités toutes distinctes, $a, b, c, d, e, f, \ldots$, sont rangées dans l'ordre de leurs modules décroissants, il est évident que, parmi tous les produits $k$ à $k$ de ces quantités, le produit des $k$ premières aura toujours le plus grand module, mais sera unique de ce plus grand module *seulement* si ces $k$ quantités ont leurs modules (d'ailleurs égaux ou inégaux entre eux) tous supérieurs à ceux des quantités suivantes. Mais, s'il existe plusieurs quantités de même module, par exemple $c, d, e, f$, il y aura bien un produit unique de plus grand module que tous les autres pour $k = 2$ ou $6$; mais, pour $k = 3$, $4$ ou $5$, il y aura plusieurs (savoir $4$, $6$, $4$ respectivement) produits de même plus grand module. Enfin, lorsque cette circonstance se présente dans la série des racines d'une équation algébrique à coefficients réels, les racines d'égal module peuvent être ou toutes imaginaires, auquel cas leur nombre est pair et leur produit positif, ou une réelle et les autres imaginaires, auquel cas leur nombre est impair, et leur produit a le même signe que la racine réelle; ou enfin deux réelles (égales et de signes contraires) et les autres imaginaires, auquel cas leur nombre est pair et leur produit négatif.

» Ceci posé, formons le tableau ci-dessous :

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | $u_0$ | $u'_0$ | $u''_0$ | $\ldots$ | $u_0^{(m-1)}$ |
| 1 | $u_1$ | $u'_1$ | $u''_1$ | $\ldots$ | $u_1^{(m-1)}$ |
| . | .. | .. | .. | ... | ..... |
| 1 | $u_n$ | $u'_n$ | $u''_n$ | $\ldots$ | $u_n^{(m-1)}$ |
| . | .. | .. | .. | ... | ..... |
| 1 | $v_0$ | $v_1$ | $v_2$ | $\ldots$ | $v_{(m-1)}$ |

où les $2^{ième}$, $3^{ième}$,... $m+1^{ième}$ colonnes verticales contiennent respectivement les termes de la suite potentielle de l'équation donnée, et de ses $m-1$ premières suites dérivées; à la dernière ligne, est inscrite au bas de chaque colonne la limite vers laquelle tend, pour $n$ indéfiniment croissant, le rapport d'un terme au précédent dans la suite correspondante, ou un zéro (par convention), si cette limite n'existe pas ou si tous les termes de la suite sont nuls.

» Convenons de dire que cette suite V (ligne des limites) présente une lacune simple, double,.. $r^{uple}$, lorsqu'il existe ainsi 1, 2,... $r$ zéros consécutifs *entre* deux valeurs effectives de limites; et une séquence (ou lacune nulle), lorsque deux valeurs effectives se suivent sans intervalle. Les considérations précédemment développées conduisent immédiatement aux énoncés que voici :

» I. Le nombre des racines *distinctes* de l'équation est $m-p$, si la suite des $v$ est terminée à droite par $p$ zéros.

» II. Le nombre des racines *réelles positives distinctes* est égal au nombre des séquences et lacunes paires avec permanence de signe, plus celui des lacunes impaires avec variation de signe.

» III. Le nombre des racines *réelles négatives distinctes* est égal au nombre des variations de signe.

» IV. Le nombre des racines *imaginaires distinctes* est égal au nombre des zéros *compris* dans les lacunes, (c'est-à-dire abstraction faite de ceux qui peuvent suivre à droite la dernière valeur effective de limite), plus le nombre des lacunes impaires avec permanence, moins celui des lacunes impaires avec variation.

» V. Pour que l'équation ait toutes ses racines réelles, il faut et il suffit que la ligne des V n'ait pas d'autres lacunes que des lacunes simples avec variation de signe.

» VI. Toute séquence $V_h$, $V_{h+1}$ donne la racine réelle $\frac{V_{h+1}}{V_n}$, avec son signe.

» VII. Tout couple de valeurs effectives $V_h$, $V_{h+2k+1}$, séparé par une lacune paire $2k^{uple}$, donne avec son signe la racine réelle $\sqrt[2k+1]{\frac{V_{h+2k+1}}{V_h}}$, et $k$ couples de racines imaginaires conjuguées ayant cette même quantité (prise positivement au besoin) pour module commun.

» VIII. Tout couple de valeurs effectives $V_h$, $V_{h+2k'}$, séparé par une lacune impaire avec variation de signe, donne les deux racines réelles $\pm\sqrt[2k]{-\frac{V_{h+2k}}{V_h}}$; et en outre, si $k>1$, $k-1$ couples de racines imaginaires conjuguées ayant pour module commun cette même quantité, prise positivement.

» IX. Tout couple de valeurs effectives, $V_h$, $V_{h+2k}$, séparé par une lacune impaire avec permanence de signe, donne $k$ couples de racines imaginaires conjuguées ayant pour module commun $\sqrt[2k]{\frac{V_{h+2k}}{V_h}}$.

» Au lieu de prolonger indéfiniment la suite potentielle et ses dérivées du côté des $n$ positifs, on peut la prolonger du côté des $n$ négatifs et former une ligne

$$1, \quad w_0, \quad w_1, \quad \ldots, \quad w_{m-1},$$

avec les limites vers lesquelles tend, de ce côté, le rapport $\frac{u_{n+1}}{u_n}$ d'un terme au suivant (dans l'ordre du calcul). Il est clair que cette ligne des $w$ jouira des mêmes propriétés, relativement aux racines rangées par ordre de modules croissants, que celle des V par rapport aux modules décroissants ; que les séquences, lacunes, permanences, variations s'y présenteront distribuées de la même manière, mais dans l'ordre inverse ; et qu'enfin elle pourra servir tout aussi bien à déterminer la nature et la valeur des diverses racines.

» D'autre part, la ligne initiale

$$1, \quad u_0, \quad u'_0, \quad u''_0, \quad \ldots, \quad u_0^{(m-1)}$$

n'est autre que la suite de Borchardt, dont le nombre de variations indique le nombre de couples de racines imaginaires, et le nombre de zéros qui la terminent à droite celui des racines doubles : ce qui établit un lien bien remarquable entre les résultats ci-dessus énoncés auxquels j'ai été conduit par l'étude des suites récurrentes, et les propositions classiques qui dérivent directement du théorème de Sturm.

» Dans une dernière Communication, si l'Académie veut bien le permettre, j'ajouterai quelques remarques utiles pour l'application pratique de ces résultats à la résolution des équations numériques. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un point de doctrine relatif à la théorie des intégrales multiples.* Note de M. **Jules Andrade**.

« Un point délicat de la théorie du *champ* ne semble pas avoir attiré l'attention qu'il mérite. Je veux parler de l'idée de *quantité* associée aux idées de *contenant* et de *contenu*. Cette association, intuitive en Géométrie, doit être établie analytiquement quand on rattache, comme on le fait aujourd'hui, la notion du champ d'intégration à la théorie des ensembles. Le théorème fondamental très simple qui fait l'objet de cette Note, et sur lequel repose véritablement la notion des *étendues intérieure* et *extérieure* d'un ensemble à K dimensions, a été TACITEMENT ADMIS dans les théories nouvelles.

Avant de développer ce théorème, je rappellerai et compléterai quelques définitions connues.

» Aux définitions qui concernent les ensembles, et données par M. Jordan (*Cours d'Analyse*, 2[e] édition, t. I, p. 18, etc.), j'ajouterai les suivantes :

» J'appellerai *prisme* à K dimensions l'ensemble engendré par un point $M(x, y, \ldots, t)$ dont les coordonnées variables sont ainsi définies : $(y, z, \ldots, t)$ est le point générateur d'un ensemble $E_1$ *d'un seul tenant* à $K-1$ dimensions, et $x$ prend toutes les valeurs possibles comprises entre deux nombres donnés $a$ et $b$, limites comprises.

» Dans ces conditions, les ensembles $(a, y, z, \ldots, t)$ et $(b, y, z, \ldots, t)$ sont les *bases* de ce prisme; $(\xi, y, z, \ldots, t)$ où $\xi$ est donné, mais quelconque, est *une section* de ce prisme.

» $(y_0, z_0, \ldots, t_0)$ désignant un point particulier de l'ensemble $E_1$, l'ensemble $(X, y_0, z_0, \ldots, t_0)$ est une *arête* indéfinie de ce prisme; $(x, y_0, z_0, \ldots, t_0)$ est une arête finie de ce prisme; $b-a$ est la *longueur* commune des arêtes. Chaque section *s'appuie* sur l'ensemble $(y, z, \ldots, t)$.

» Considérons maintenant un point fixe quelconque, $M_0(a_0, b_0, \ldots, h_0)$, d'un espace à K dimensions. Soient $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \ldots, \varepsilon_k$, $k$ nombres désignés, égaux à $\pm 1$, et *k variables* positives $\theta_x, \theta_y, \theta_z, \ldots, \theta_t$ quelconques, mais comprises entre 0 et 1, limites comprises. Soit enfin $\rho$ une quantité positive. J'envisage alors l'ensemble décrit par le point M

$$M \left\{ \begin{array}{ll} x \ldots\ldots & x = a_0 + \varepsilon_1 \theta_x \rho \\ y \ldots\ldots & y = b_0 + \varepsilon_2 \theta_y \rho \\ \vdots \ldots\ldots & \ldots\ldots\ldots\ldots \\ t \ldots\ldots & t = h_0 + \varepsilon_k \theta_t \rho \end{array} \right.$$

Cet ensemble est *d'un seul tenant;* nous l'appellerons une *cellule unitaire* de côté $\rho$. Nous appellerons la quantité $\rho^k$ l'étendue de la cellule. Une telle cellule peut être regardée de $k$ manières distinctes comme un prisme; dans chaque manière, on peut considérer 2 bases; l'ensemble de ces bases au nombre de $2k$ constitue les *faces* de la cellule. Enfin, les éléments frontières les plus réduits de la cellule, ou *sommets*, sont des points isolés au nombre de $2^k$.

» Un *réseau unitaire appuyé* sur le point $M_0$ sera l'ensemble infini des cellules de côté $\rho$, qui auront pour sommets les points P,

$$P \left\{ \begin{array}{ll} A \ldots\ldots & A = a_0 + m_1 \rho \\ B \ldots\ldots & B = b_0 + m_2 \rho \\ \ldots\ldots\ldots & \ldots\ldots\ldots\ldots \\ H \ldots\ldots & H = c_0 + m_k \rho \end{array} \right.$$

les $m$ désignant des entiers quelconques positifs, nuls ou négatifs.

» La quantité $\rho$ sera appelée la *maille* du réseau.

» Nous appellerons *réseau unitaire borné* un groupe de cellules d'un réseau dont la réunion forme un ensemble *d'un seul tenant*.

» Théorème. — *Si, dans un espace à* K *dimensions, un réseau unitaire borné,* R, *de maille* $\rho$, *contient un ou plusieurs réseaux de même espèce,* $R_1, R_2, \ldots,$ *de mailles respectives* $\rho_1, \rho_2, \ldots$ ; *et si l'on désigne par* $N, N_1, N_2, \ldots$ *les nombres respectifs des cellules unitaires dans ces réseaux, on a*

$$(1)\qquad N\rho^k \geqq N_1\rho_1^k + N_2\rho_2^k + \ldots,$$

ou en langage abrégé : *L'étendue (algébrique) du contenant est égale ou supérieure à l'étendue du contenu.*

» Supposons cette proposition vraie pour un espace à $K-1$ dimensions, et observons que si elle est vraie pour un réseau borné R, elle sera vraie également pour la réunion de plusieurs réseaux de cette nature. Soient alors $\alpha$ et $\alpha + i\rho$ ($i$ entier) les valeurs extrêmes de la coordonnée $x$ pour les points intérieurs au réseau R. Groupons les N cellules de R par *assises*, une assise de rang $j$ contenant les cellules de R dont tout point a un $x$ compris dans l'intervalle

$$\alpha + (j-1)\rho \text{---} \alpha + j\rho.$$

» Considérons alors l'ensemble des cellules ou des portions de cellules des différents réseaux bornés $R_1, R_2, \ldots,$ comprises dans la $j^{\text{ème}}$ assise de R ; l'ensemble ainsi formé est une réunion de prismes à K dimensions, dont les sections s'appuient sur les cellules unitaires de réseaux bornés de mailles respectives $\rho_1, \rho_2, \ldots$; réseaux à $K-1$ dimensions et intérieurs *au* ou *aux* réseaux de même nature, mais de maille $\rho$, qui servent d'appui aux bases de la $j^{\text{ième}}$ assise de R.

» Soit $\nu_j$ le nombre des cellules qui forment *ce* ou *ces* derniers réseaux et soient $\nu_j^1, \nu_j^2, \ldots$ les nombres analogues pour les réseaux analogues qui se rattachent aux réseaux $R_1, R_2, \ldots$; en vertu de l'hypothèse provisoirement faite, nous avons

$$(2)\qquad \nu_j\rho^{K-1} \geqq \nu_j^{(1)}\rho_1^{(K-1)} + \nu_j^{(2)}\rho_2^{K-1} + \ldots;$$

or, mettons en évidence individuellement d'abord les $\nu_j^1$ sections des prismes de $R_1$, et posons

$$\rho_1^{K-1} = \sigma_1 = \sigma_2 = \ldots = \sigma_{\nu_j^1},$$

puis mettons en évidence de même les $\nu_j^2$ sections des prismes de $R_2$, et

posons

$$\rho_2^{K-1} = \tau_1 = \tau_2 = \ldots = \tau_{\nu_j^2};$$

nous pourrons, en multipliant les deux membres de l'inégalité (2) par $\rho$, écrire

$$\begin{aligned} \nu_j \rho^K \geqq\ & \sigma_1 \rho + \sigma_2 \rho + \ldots + \sigma_{\nu_j^1} \rho \\ & + \tau_1 \rho + \tau_2 \rho + \ldots + \tau_{\nu_j^2} \rho \\ & + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{aligned}$$

» Mais si l'on désigne par $h_p$ l'*arête* ou la *somme des arêtes* des prismes de $R_1$ qui dans la $j^{\text{ième}}$ assise de R ont une section commune $\sigma_p$; si de même on appelle $g_q$ l'*arête* ou la *somme des arêtes* des prismes analogues de $R_2$ qui ont une section commune $\tau_p$, ..., nous aurons évidemment

$$\rho \geqq h_p, \quad \rho \geqq g_q;$$

on pourra donc écrire *a fortiori*

$$\begin{aligned} \nu_j \rho^K \geqq\ & \sigma_1 h_1 + \sigma_2 h_2 + \ldots + \sigma_{\nu_j^1} h_{\nu_j^1} \\ & + \tau_1 g_1 + \tau_2 g_2 + \ldots + \tau_{\nu_j^2} g_{\nu_j^2} \\ & + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{aligned}$$

» Faisons successivement $j = 1, 2, \ldots, i$, et ajoutons membre à membre ces dernières inégalités. On voit aisément que la somme des seconds membres de ces inégalités sera précisément $N_1 \rho_1^K + N_2 \rho_2^K + \ldots$; celle des premiers membres est évidemment $N \rho^K$. On aura donc bien

$$N \rho^K \geqq N_1 \rho_1^K + N_2 \rho_2^K + \ldots;$$

or, l'inégalité (1) est évidente pour $K = 1$. Donc, en vertu de l'analyse précédente, l'inégalité (1) est établie pour toutes les valeurs de l'entier K. »

## NOMOGRAPHIE. — *Sur des abaques à 16 et 18 variables.* Note de M. A. Lafay, présentée par M. Resal.

« 1. Dans deux Notes [1] parues, en 1893, dans les *Comptes rendus*, M. d'Ocagne, à qui l'on doit d'avoir réuni en un corps de doctrine les principes généraux du calcul graphique, a posé les bases d'un abaque à 11 variables.

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXVII, p. 216 et 277; 1893.

» Je me propose de montrer qu'en généralisant un peu la question on arrive à l'introduction naturelle de 16 variables.

» Un abaque se compose en général de deux plans superposés, $p$ et P, que l'on oriente de manière à faire passer, par certains points de l'un, des courbes déterminées, tracées sur l'autre. Or il est clair que, la position mutuelle des deux plans ne dépendant que de trois paramètres, il suffira d'exprimer qu'il existe entre eux quatre relations de liaison pour obtenir une équation de condition dont l'abaque est la traduction nomographique.

» 2. Rapportons à des axes rectangulaires les figures tracées sur les plans $p$ et P, leurs cordonnées courantes respectives $x, y$ et X, Y sont liées par les relations connues

$$(1) \begin{cases} x = (X - a)\cos\omega - (Y - b)\sin\omega, & X = x\cos\omega + y\sin\omega + a, \\ y = (X - a)\sin\omega + (Y - b)\cos\omega, & Y = -x\sin\omega + y\cos\omega + b. \end{cases}$$

» Soient

$$x_i = \theta_i(\alpha_i \beta_i), \qquad X_i = \Theta_i(\xi_i \eta_i),$$
$$y_i = \varphi_i(\alpha_i \beta_i), \qquad Y_i = \Phi_i(\xi_i \eta_i),$$

deux systèmes de points doublement isoplèthes, et

$$f_i(x, y, t) = 0, \qquad F_i(X, Y, T) = 0, \qquad (t \text{ et } T \text{ variables})$$

deux faisceaux de courbes pris respectivement dans les plans $p$ et P.

» Nous introduirons une liaison dans le système $(p, P)$ en exprimant, par exemple, qu'une courbe $F_i$ qui dans le plan P passe par le point $X_i Y_i$ est superposée au point $x_i y_i$ de $p$; ce qui donne, en tenant compte de (1),

$$F_i(X_i Y_i T_i) = 0,$$
$$F_i(x_i \cos\omega + y_i \sin\omega + a, -x_i \sin\omega + y_i \cos\omega + b, T_i) = 0.$$

» En exprimant que pareil fait a lieu pour quatre systèmes de points et de courbes, on aura, en éliminant les $T_i$, quatre équations

$$(2) \qquad \Psi_i(X_i Y_i x_i y_i, \omega, a, b) = 0, \qquad i = 1, 2, 3, 4,$$

qui, par l'élimination de $\omega$, $a$ et $b$ donneront une relation entre les seize variables $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_4; \beta_1, \beta_2, \ldots, \beta_4; \xi_1, \ldots, \xi_4; \eta_1, \ldots, \eta_4$.

» Mais, au lieu de prendre tous les faisceaux de courbes dans le plan P, on peut supposer que certaines courbes sont tracées sur $p$.

» Donc, si l'on désigne par

$$\psi_i(x_i y_i X_i Y_i \omega, a, b) = 0$$

le résultat de l'élimination de $t_i$ entre les deux équations

$$f_i(x_i y_i t_i) = 0,$$
$$f_i[(X_i - a)\cos\omega - (Y_i - b)\sin\omega, (X_i - a)\sin\omega + (Y_i - b)\cos\omega, t_i)] = 0,$$

on pourra, au lieu des équations (2) prendre l'un des deux systèmes

$$(3) \qquad \begin{cases} \Psi_i = 0, \\ \psi_j = 0, \end{cases} \qquad \begin{cases} i = 1, 2, \\ j = 3, 4, \end{cases} \qquad \begin{cases} i = 1, 2, 3, \\ j = 4. \end{cases}$$

» Ce sont là d'ailleurs les trois seuls cas qu'il y ait à considérer, car dans la recherche d'un abaque ce sont les nécessités pratiques qui établissent une différence entre les plans P et $p$; au point de vue de l'analyse il n'en existe aucune, et il est évident qne l'un d'entre eux contiendra toujours deux, trois ou quatre faisceaux de courbes.

» 3. Si l'on remarque qu'un point résulte de l'intersection de deux courbes qui elles-mêmes sont déterminées dans leurs faisceaux respectifs par la condition de passer par un point donné, il est aisé de voir que l'on peut introduire à l'aide des coordonnées $x_i y_i$, $X_i y_i$ et de courbes convenablement choisies, autant de variables qu'on voudra dans l'équation représentée par l'abaque. Mais de semblables combinaisons conduiraient à un entrecroisement de lignes inextricable; aussi, même dans le cas de seize variables, il sera nécessaire de prendre pour les $F_i$ et $f_i$ des familles de courbes simples, telles que des lignes droites parallèles ou concourantes.

» Faisons, par exemple,

$$F_i = M_i X_i + N_i Y - T \qquad \text{(droites parallèles)},$$

les équations (2) deviennent

$$(M_i x_i + N_i y_i)\cos\omega + (M_i y_i - N_i x_i)\sin\omega + M_i a + N_i b = M_i X_i + N_i Y_i,$$
$$i = 1, 2, 3, 4,$$

et l'élimination de $a$, $b$ et $\omega$ donne

$$(4) \qquad \begin{cases} [\Sigma \pm (M_1 x_1 + N_1 y_1)(M_2 y_2 - N_2 x_2) M_3 N_4]^2 \\ \quad = [\Sigma \pm (M_1 X_1 + N_1 Y_1)(M_2 y_2 - N_2 x_2) M_3 N_4]^2 \\ \quad + [\Sigma \pm (M_1 x_1 + N_1 y_1)(M_2 X_2 + N_2 Y_2) M_3 N_4]^2. \end{cases}$$

» Si l'on prend des droites concourantes

$$F_i = \frac{X - P_i}{Y - Q_i} - T,$$

le résultat de l'élimination s'obtient en faisant dans (4) la substitution

$$M_i = Y_i - Q_i,$$
$$N_i = -(X_i - P_i).$$

» Enfin, dans le cas des systèmes (3), l'élimination, quoique moins simple, peut également se faire complètement.

» 4. Les abaques que l'on rencontre dans la pratique rentrent généralement dans le type *à deux plans* que nous venons de considérer; mais toutes les formules ne sont pas susceptibles d'une telle représentation, aussi peut-il être nécessaire d'employer des systèmes caractérisés par la superposition d'un plus grand nombre de plans. On obtient, par exemple, un abaque à trois plans, relativement simple, en supposant que toutes les courbes tracées sur le troisième plan se réduisent à une droite.

» Pour en faire la théorie, il suffit de remplacer l'une des équations de liaison du cas que nous avons traité plus haut, par une relation exprimant que deux points, respectivement pris dans deux systèmes doublement isoplèthes tracés dans l'un des plans, sont en ligne droite avec un troisième point déterminé de la même manière sur l'autre plan.

» Cette opération introduira six variables au lieu de quatre : on aura donc un abaque à dix-huit variables.

» De plus, de même qu'on a vu dans le cas de deux plans qu'il était possible de combiner les éléments constitutifs de trois manières différentes, il serait facile de voir que ce nouvel abaque donne lieu à quatre combinaisons. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la capacité électrostatique d'une ligne parcourue par un courant.* Note de M. VASCHY.

« Dans sa Note du 29 janvier dernier (t. CXVIII, p. 227), M. Potier a fait remarquer que la capacité par unité de longueur d'une ligne électrique, bien définie lorsque l'électricité est en équilibre à la surface des fils, ne l'est plus dans le cas où ces fils sont parcourus par un courant. Il y a donc intérêt à examiner si l'extension de la notion de capacité à ce cas est légitime. Nous étudierons le cas d'un *courant permanent*.

» Considérons, par exemple, un câble électrique formé d'un fil cylindrique en cuivre, de rayon $R_1$, entouré d'une couche isolante concentrique de rayon $R_2$, sur laquelle est appliquée une armature métallique.

Si l'armature est au potentiel zéro et le fil au potentiel $V_1$, on sait qu'en un point du diélectrique situé à une distance $r$ de l'axe du câble (supposé indéfini) le potentiel V est

$$V = \frac{V_1}{\mathcal{L}\left(\frac{R_2}{R_1}\right)} \mathcal{L}\left(\frac{R_2}{r}\right),$$

$\mathcal{L}$ désignant le symbole des logarithmes népériens. La densité électrique $\sigma_1$ à la surface du fil, a pour expression

$$\sigma_1 = -\frac{\mu}{4\pi}\left(\frac{\partial V}{\partial r}\right)_{r=R_1} = \frac{\mu V_1}{4\pi R_1} \frac{1}{\mathcal{L}\left(\frac{R_2}{R_1}\right)},$$

$\mu$ désignant le pouvoir inducteur du diélectrique, et $\left(\frac{\partial V}{\partial r}\right)_{r=R_1}$ l'intensité du champ électrique dans ce diélectrique au contact du fil. La charge électrique $Q_1$ de l'unité de longueur du fil étant égale au produit de $\sigma_1$ par la surface $2\pi R_1$, la capacité C du câble par unité de longueur est donc égale à

$$(1) \qquad C = \frac{Q_1}{V_1} = \frac{2\pi R_1 \sigma_1}{V_1} = \frac{\mu}{2\mathcal{L}\left(\frac{R_2}{R_1}\right)}.$$

» Supposons maintenant le fil parcouru par un courant. Le conducteur étant homogène, dans la section droite située à une distance $x$ de la section qui est au potentiel zéro, le potentiel V est proportionnel à $x$; soit

$$V = ax.$$

» Dans le diélectrique, le potentiel V dépend à la fois de l'abscisse $x$ et de la distance $r$ à l'axe du câble. Il doit satisfaire : 1° à l'équation de Laplace

$$\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial z^2} = 0;$$

2° aux conditions

$V = 0$ pour $r = R_2$ (paroi intérieure de l'armature),
$V = ax$ pour $r = R_1$ (surface du fil).

La fonction

$$(2) \qquad V = \frac{ax}{\mathcal{L}\left(\frac{R_2}{R_1}\right)} \mathcal{L}\left(\frac{R_2}{r}\right)$$

satisfait à ces diverses conditions (cas d'un câble indéfini) et répond à la question.

» Nous définirons encore la capacité C du câble par unité de longueur, en un point $x$, comme étant le rapport de la charge $Q_1$ du fil par unité de longueur à la différence de potentiel $ax$ qui existe entre ce fil (au point $x$) et l'armature. La densité électrique $\sigma_1$ ayant pour expression

$$\sigma_1 = -\frac{\mu}{4\pi}\left(\frac{\partial V}{\partial r}\right)_{r=R_1} = \frac{\mu a x}{4\pi R_1}\frac{1}{\mathcal{L}\left(\frac{R_2}{R_1}\right)},$$

il en résulte

$$C = \frac{Q_1}{ax} = \frac{2\pi R_1 \sigma_1}{ax} = \frac{\mu}{2\mathcal{L}\left(\frac{R_2}{R_1}\right)}. \tag{3}$$

» L'identité des formules (1) et (3) montre que *la capacité par unité de longueur d'un câble parcouru par un courant permanent a le même sens qu'en Électrostatique*.

» Toutefois, le champ électrique à l'intérieur du diélectrique est différent de ce qu'il est dans le cas où le fil a un potentiel uniforme $V_1$. Ainsi, la formule (2) montre que la surface équipotentielle zéro se compose de deux nappes : 1° section droite $x = 0$; 2° cylindre de rayon $R_2$. Les autres surfaces équipotentielles sont de révolution autour de l'axe du câble et sont asymptotes au cylindre de rayon $R_2$ ($x = \infty$ pour $x = R_2$). Chacune d'elles coupe la surface du fil suivant une circonférence $\left(r = R_1 \text{ pour } x = \frac{V}{a}\right)$ et se prolonge à l'intérieur du conducteur par la section droite de celui-ci, qui est équipotentielle.

» La courbe méridienne de la surface équipotentielle V est représentée par l'équation (2), $x$ et $r$ désignant l'abscisse et l'ordonnée. Elle coupe la surface du fil sous un angle $\alpha$, dont la tangente est égale à son coefficient angulaire

$$\text{tang}\,\alpha = \left(\frac{dr}{dx}\right)_{r=R_1} = \frac{R_1}{x}\mathcal{L}\left(\frac{R_2}{R_1}\right).$$

Cet angle $\alpha$ est sensiblement nul sur presque toute la longueur du câble. En effet, avec les données $R_1 = \frac{1}{2}$ millimètre, $R_2 = 3^{mm}$, dès que $x$ est supérieur à $50^{cm}$, $\alpha$ tombe au-dessous de $\frac{1}{10}$ de degré. Ainsi, à partir d'une distance de $50^{cm}$ de la section droite, qui est au potentiel de l'armature (zéro), les surfaces équipotentielles se confondent sensiblement sur une

assez grande longueur avec des cylindres concentriques, comme dans le cas où il n'y a pas de courant.

» Le même raisonnement est applicable aux lignes électriques aériennes. Il s'étend d'ailleurs au cas où le courant, au lieu d'être permanent, est *lentement* variable, quoique alors il ne soit pas rigoureusement exact. Mais, lorsque les variations du courant sont très rapides, *on ne peut plus supposer que le champ électrique admet un potentiel,* même approximativement, et la notion de capacité définie ci-dessus disparaît. »

ÉLECTRICITÉ. — *Potentiels électriques dans un liquide conducteur en mouvement uniforme.* Note de M. G. GOURÉ DE VILLEMONTÉE, présentée par M. Mascart.

« Les expériences suivantes ont eu pour objet de déterminer si l'écoulement d'un liquide (mercure, solutions de sulfate de cuivre, de zinc, de nickel, contenant $10^{gr}$ de sel par litre d'eau distillée) à travers des tubes de verre larges, de même section dans toute leur étendue, isolés, peut produire une différence de potentiel entre deux points du liquide.

» L'écoulement du mercure a été déterminé à travers des tubes de verre horizontaux, de $3^{mm}$ de diamètre; l'écoulement des solutions de sulfates, à travers une série de tubes de $8^{mm}$ de diamètre, disposés : 1° horizontalement dans un bain d'eau froide à température constante; 2° verticalement à l'air libre.

» Les différences de potentiel ont été évaluées en reliant aux pôles d'un électromètre capillaire permettant d'apprécier une différence de $0^{volt},00015$ deux fils de platine nus, plongés dans la colonne de mercure, et des fils de platine de quelques millimètres, soudés à l'extrémité de tubes de verre, recouverts de dépôts électrolytiques de cuivre, de zinc, de nickel, dans les solutions correspondantes. Les électrodes ont été placées : 1° toutes deux sur le trajet du liquide en mouvement; 2° l'une dans le réservoir, l'autre sur la colonne liquide en mouvement. Les distances entre les électrodes ont été $52^{cm}$ sur la colonne de mercure; comprises entre $80^{cm}$ et $127^{cm}$ sur les colonnes horizontales des solutions salines; comprises entre $40^{cm}$ et $195^{cm}$ sur les colonnes verticales des mêmes solutions.

» Les vitesses d'écoulement des solutions ont été $33^{mm},5$ par seconde dans les tubes horizontaux; comprises entre $155^{mm},3$ et $323^{mm}$ dans les tubes verticaux.

» Les différences de potentiel entre les électrodes cuivre et zinc, mesurées sur le liquide en repos, ont été trouvées nulles lorsque le dépôt électrolytique était préparé depuis un ou deux jours, et comprises entre $0^{volt},00045$ et $0^{volt},00075$ après une immersion de plusieurs jours dans les solutions.

» *Résultats.* — 1° Les différences de potentiel observées : 1° lorsque le

liquide était immobile; 2° lorsque le liquide était en mouvement, ont été trouvées les mêmes avec le mercure, les solutions de sulfate de cuivre et de sulfate de zinc, les durées des périodes successives de repos et de mouvement variant de trente secondes à six minutes.

» 2° Les altérations chimiques, le passage des bulles d'air entraînées par la solution, produisent, entre les électrodes, des différences de potentiel relativement très grandes et toujours très variables avec l'état de repos ou de mouvement du liquide.

» 3° Des modifications très promptes des sels ou des électrodes de nickel n'ont pas permis d'obtenir, avec la solution de sulfate de nickel, des résultats concordants pendant des périodes alternatives de repos et de mouvement supérieures à trente secondes.

» *Conclusion.* — Le mouvement uniforme d'un liquide conducteur à travers des tubes de verre larges, de même section dans toute leur étendue, isolés, ne produit aucune différence appréciable de potentiel entre deux points du liquide, dans les limites de vitesses où j'ai opéré ([1]). »

CHALEUR RAYONNANTE. — *Recherches expérimentales sur le rayonnement à basses températures.* Note de M. **Raoul Pictet.** (Extrait.)

« Comme nous l'avons exposé dans des Notes précédentes, le rayonnement aux basses températures joue un rôle important dans les lois de cristallisation et dans l'influence physiologique exercée sur les animaux placés au centre d'enceintes froides, quoique protégés de fourrures ou de couvertures. Nous avons fait une série de recherches pour déterminer les valeurs numériques du rayonnement, de $-170°$ à $+11°$.

» Il s'agit de définir expérimentalement combien de calories pénètrent par l'unité de surface d'un corps froid, entièrement nu, ou entouré de couches protectrices d'épaisseur variable, lorsqu'on connaît l'*écart de température* entre le corps froid et l'enceinte. Les nombres obtenus doivent être rapportés à l'*unité de temps*. En multipliant les expériences, on constatera également quelle est l'influence de la *température absolue* du corps froid sur la chaleur reçue, *pour un même écart de température.*

» Nous possédons des réfrigérants, ou puits frigorifiques, de formes diverses : les uns sont de longs cylindres à double enveloppe, pleine de li-

---

([1]) Travail fait, en partie, au laboratoire de physique de l'École Normale supérieure.

quide volatil; d'autres sont plus larges et plus courts; les uns ont un poids de cuivre dépassant $150^{kg}$, d'autres ne pèsent que $8^{kg}$ à $10^{kg}$.

» Les réfrigérants qui fonctionnent avec le mélange de $SO^2$ et de $CO^2$ peuvent atteindre $-100^\circ$ ou $-110^\circ$; ceux qui reçoivent le protoxyde d'azote descendent jusqu'à $-165^\circ$ où $-170^\circ$, grâce au fonctionnement de pompes pneumatiques puissantes, engendrant jusqu'à $7^{mc}$ par minute.

» Toutes les températures sont mesurées au sein même des réfrigérants, par des thermomètres à alcool, à l'éther sulfurique, contrôlés au moyen du thermomètre à hydrogène sous quatre pressions différentes.

» Nous réduisons *en eau* la valeur calorimétrique de chaque réfrigérant, en multipliant le poids du cuivre, du fer, etc., et du liquide volatil, par leur chaleur spécifique respective (encore assez mal connue à ces basses températures).

» Nous notons la température *très constante* du laboratoire $+11^\circ$ et nous refroidissons ces réfrigérants par le jeu des compresseurs. Une fois la température extrême obtenue et conservée plusieurs heures, nous arrêtons le fonctionnement des pompes. La chaleur ambiante pénètre par la *surface extérieure* dans les réfrigérants et relève la température progressivement.

» Nous fixons en tableaux synoptiques l'heure des observations et les températures correspondantes de chaque réfrigérant.

» Le calcul nous donne ainsi le nombre de calories qui pénètrent dans chaque réfrigérant, pour toutes les températures comprises entre la plus basse et $+11^\circ$. Nous réduisons toutes ces observations en les rapportant à l'unité de surface, soit le *mètre carré*, et aux calories qui passeraient si la valeur calorimétrique *en eau* du réfrigérant était 1. La courbe ainsi tracée correspond exactement au problème cherché.

» Nous faisons cinq séries d'observations, identiques comme méthode, mais en protégeant de plus en plus les surfaces extérieures des réfrigérants, par des enveloppes composées de déchets de coton très également répartis en couches concentriques.

» Voici le détail de ces cinq séries :

» 1° Les réfrigérants sont entièrement nus, sans aucune protection contre le rayonnement extérieur.

» 2° La surface extérieure des appareils est recouverte d'une mince couche protectrice de déchets de coton, juste suffisante pour paralyser le dépôt de givre dû à la condensation de l'humidité de l'air extérieur.

» 3° La couche protectrice de déchets de coton a $10^{cm}$ d'épaisseur.

» 4° Cette couche est portée à $25^{cm}$ d'épaisseur.

» 5° Cette couche atteint $50^{cm}$.

» Dans toutes ces expériences, les déchets de coton ont la même provenance.

» Les cinq courbes de la figure ci-jointe représentent les cinq séries d'expériences, rapportées à un réfrigérant de valeur $1^{cal}$, et ayant $1^{mq}$ de surface. Les écarts de température représentent donc la valeur *en calo-*

*ries* du rayonnement, et cela pour toutes les températures comprises entre — 170° et + 11°.

» La courbe 6 est la courbe du rayonnement de Newton, qui sert de comparaison pour les autres. Les paramètres de cette courbe 6 ont été calculés en laissant le réfrigérant se réchauffer de lui-même de 0° à 11°, de façon à éliminer l'influence des basses températures. Cette courbe n'est valable que pour le *réfrigérant nu*, et elle coïncide avec la courbe 1, de 0° à + 11°.

» *Discussion des courbes.* — 1° De — 170° à — 100°, toutes les courbes se superposent, sans qu'on puisse distinguer entre elles d'autre intervalle qu'un épatement du trait qui les représente toutes.

» 2° De — 100° à — 70°, on commence à distinguer *un retard* de réchauffement pour les surfaces protégées, mais l'action protectrice n'est nullement proportionnelle à leur épaisseur.

» 3° Toutes les courbes, sans exception, indiquent qu'entre — 170° et — 70° *l'afflux de chaleur est énorme* et très supérieur à la courbe de Newton établie pour 0°.

» 4° Aux environs de — 70°, les cinq courbes modifient très subitement leur coefficient angulaire et s'infléchissent toutes pour devenir parallèles à la courbe de Newton.

» 5° Entre — 55° et + 11°, les courbes se séparent nettement les unes des autres.

» 6° Entre — 20° et + 10°, les courbes sont le plus séparées et l'effet des parois protectrices semble devenir progressivement proportionnel à leur épaisseur.

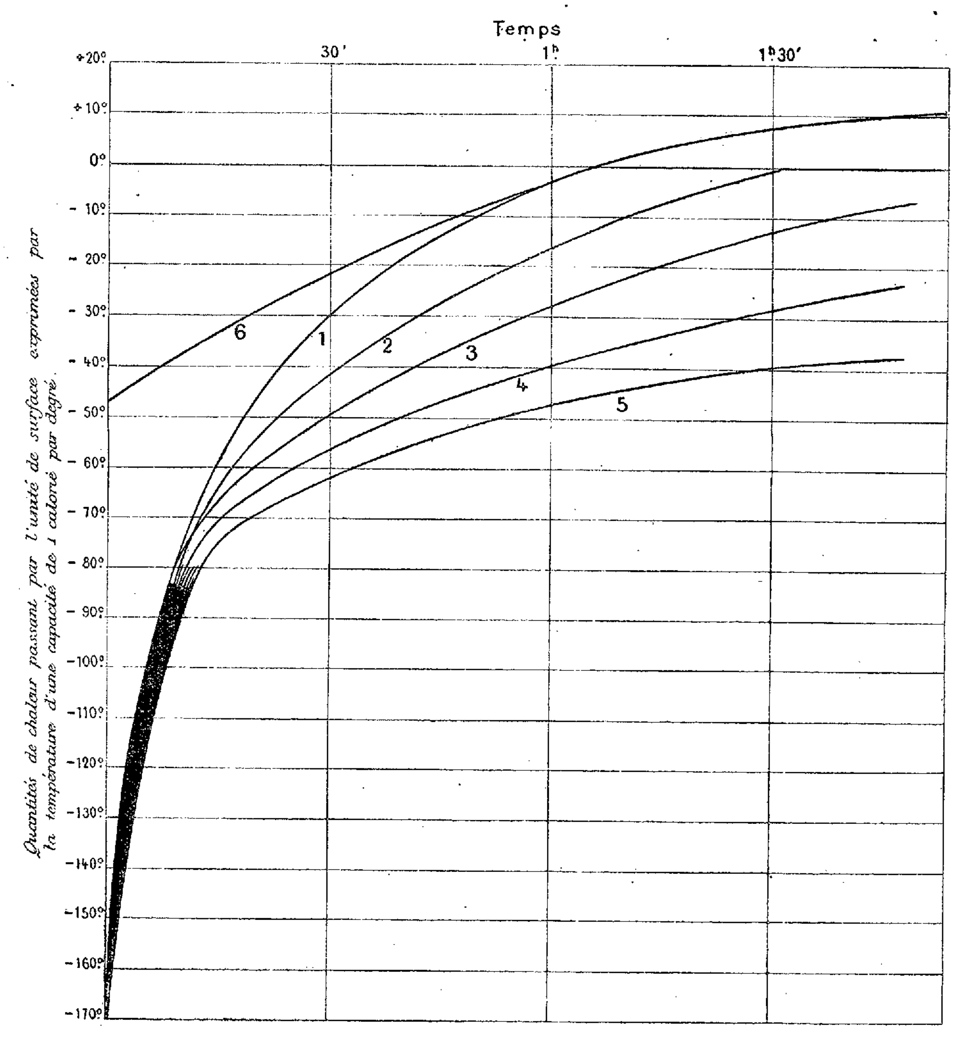
» 7° Il semble qu'entre — 160° et — 100°, l'absorption du rayonnement se fasse par la première couche traversée, comme Melloni l'a remarqué pour l'absorption de la chaleur obscure par les milieux transparents et diathermanes.

» 8° Des expériences identiques, faites avec de la laine, de la bourre de soie, du charbon en poudre, de la tourbe, du bois en sciure, du liège, etc., ont donné des courbes à peu près semblables.

» 9° Ainsi, les corps mauvais conducteurs de la chaleur absorbent assez complètement le rayonnement correspondant aux températures comprises entre — 60° et + 11°.

» 10° Ces mêmes corps se laissent traverser de plus en plus par les vibrations calorifiques de la base du spectre, soit par les rayons émis par les corps dont la température est au-dessous de — 60°.

» 11° Entre — 100° et — 170°, le rayonnement correspondant à ces températures traverse également bien tous les corps mauvais conducteurs de la chaleur.




*N. B.* — Les abscisses de ces six courbes représentent les temps, durée des observations. Les ordonnées sont exprimées en degrés centigrades.

» 12° La *température* des corps mauvais conducteurs ne semble pas avoir d'influence sur leur diathermanéité pour les rayons émis par les corps très froids, au-dessous de — 70°. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Contribution à l'étude de l'ozone atmosphérique.* Note de M. **J. Peyrou**, présentée par M. Mascart.

« L'influence de la végétation sur la formation de l'ozone atmosphérique a été étudiée par plusieurs observateurs; mais, les résultats étant contradictoires, j'ai cru utile de reprendre la question.

» Mon travail repose sur un ensemble de plus de 700 observations, que j'ai faites pendant les mois de juillet, août, septembre et octobre de cette année. J'ai employé la méthode du papier ozonoscopique ioduro-amidonné. Je sais qu'elle laisse à désirer, mais elle offre de réels avantages dans des études comparatives, à cause de sa simplicité et de la rapidité des observations. Voici les faits observés.

» Dans deux champs voisins, séparés par un simple sillon, dont l'un est de la terre labourée sans végétation, tandis que l'autre contient de la luzerne en plein développement, j'ai placé deux appareils à $200^m$ de distance. Sur 197 observations, j'en ai eu 172 où l'ozonomètre placé dans la luzerne à $0^m,50$ du sol marquait plus d'ozone que celui qui était placé en terre labourée à la même hauteur; la différence était parfois considérable. 14 observations m'ont révélé des quantités identiques d'ozone et 11 dans lesquelles le degré ozonométrique était plus élevé en terre labourée que dans la luzerne. J'ai remarqué que les jours où j'ai trouvé égalité d'ozone, de part et d'autre, il soufflait un vent d'est très desséchant peu favorable à la végétation.

» Dans une autre série d'expériences, j'ai placé deux appareils à $1^m$ de distance, l'un et l'autre à $0^m,20$ du sol, mais dont l'un était suspendu au-dessus de la terre nue, tandis que l'autre était placé au-dessus d'un semis de radis. Mes expériences ont commencées alors que les jeunes plantes n'avaient que deux feuilles et elles ont été continuées pendant plusieurs jours; en voici les résultats : sur 24 observations j'en ai eu 22 où l'appareil, placé au-dessus des plantes, marquait plusieurs degrés de plus que l'appareil témoin. Ici, l'influence de la végétation me paraît indéniable. Dans les deux autres observations où j'ai eu une différence en sens contraire, il est à constater que, ce jour là, le vent soufflait en tempête, produisant un brassage énorme de l'atmosphère.

» Des expériences identiques faites dans une serre m'ont donné des résultats analogues; ainsi, sur trente observations, j'ai toujours trouvé plus d'ozone au-dessus des plantes que dans d'autres points de la serre où il n'y avait point de végétation.

» Je crois devoir conclure que la végétation favorise la formation de l'ozone atmosphérique, ou du moins de cet agent particulier qui noircit le papier ioduro-amidonné, et que je crois être réellement de l'ozone, par cette raison que chaque fois que je me suis placé dans des conditions où se détruit l'ozone, j'ai trouvé le papier réactif moins attaqué. Des appareils

placés dans un poulailler où se trouvaient des matières organiques en décomposition ont toujours marqué moins d'ozone que des appareils témoins placés dans le jardin à quelques mètres de distance. Pourtant, je me garde bien de conclure que l'oxygène dégagé par les plantes est ozonisé. Dans les cas où je me suis placé, la végétation s'est montrée favorable à la formation de l'ozone ou de l'agent actif sur le papier ioduro-amidonné. Si l'on admet l'influence bienfaisante de cet agent sur les phénomènes vitaux il est possible que l'assainissement de l'air par les plantes soit dû en particulier à cette formation d'ozone. J'ai remarqué dans mes recherches que la quantité d'ozone produite est d'autant plus grande que la végétation ambiante est plus active, ce qui coïncide avec la remarque de M. Houzeau qui a constaté que, de toutes les saisons, c'est le printemps qui donne le plus d'ozone.

» Dans un travail que j'ai publié en 1888 [1], j'ai démontré qu'il y avait dans la journée deux moments où les plantes présentaient une intensité maxima pour l'absorption de l'oxygène, j'ai voulu voir dans mes nouvelles recherches si ces deux moments coïncidaient avec des maxima d'ozone ; à cet effet, j'ai noté pendant quinze jours du mois d'août les quantités relatives d'ozone à différentes heures de la journée.

» Je faisais mes observations toutes les deux heures. J'ai constaté ainsi que les quantités d'ozone pendant la journée sont à peu près les mêmes, à moins que le temps ne change brusquement en passant à l'orage, et il y a alors augmentation. En revanche, le soir, de 6 heures à 9 heures, j'ai trouvé, quatorze fois sur quinze, très peu ou pas du tout d'ozone. Ainsi l'ozonomètre tombait brusquement de la teinte n° 8, qui était la moyenne de la journée pour des expositions de deux heures, à la teinte 2, 1 ou zéro.

» *Influence du milieu.* — D'un ensemble de plus de 200 observations comparatives faites à Méréville (Seine-et-Oise) : 1° dans un parc immense de plus de 50 hectares et planté en grande partie de sapins; 2° dans un petit jardin situé au milieu du pays; et 3° dans un champ voisin du parc, faisant partie d'une vaste plaine, il résulte que les quantités d'ozone dans le parc et dans le petit jardin étaient identiques; qu'au contraire, l'air des champs en contenait constamment une plus grande proportion, ce que j'attribue au brassage plus facile, dans ce dernier cas, des couches atmosphériques.

» Dans ces dernières expériences, mes résultats ne sont pas d'accord avec ceux qu'a obtenus M. Cloëz, en 1856, au Labyrinthe du Muséum et au Jardin des Tuileries, car l'appareil, placé dans le parc au milieu des

(1) Thèse de doctorat, Faculté des Sciences de Paris; 1888.

sapins, a donné les mêmes résultats que celui qui était installé dans le jardin, où il n'existait pas d'arbre résineux, ni dans le voisinage.

» Je crois intéressant de signaler, en terminant, que pendant tout le temps qu'ont duré mes expériences, depuis la fin de juillet jusqu'à la fin d'octobre, j'ai trouvé tous les jours et toutes les nuits de l'ozone à la campagne; il n'en a pas été de même à Paris, où mes appareils, installés sur des arbres dans les cours du lycée Henri IV, place du Panthéon, pendant le mois d'octobre, ne m'ont révélé de l'ozone dans l'atmosphère que les jours d'orage ou de grands troubles atmosphériques. »

CHIMIE. — *Sur les sulfures métalliques*. Note de M. A. **Villiers**, présentée par M. Henri Moissan.

« Les sulfures de nickel et de cobalt sont fort difficilement attaquables par l'acide chlorhydrique, même lorsque celui-ci est employé dans un état de concentration tel qu'il puisse facilement dissoudre les sulfures des métaux tels que l'antimoine, l'étain, le cadmium, etc., dont les sels sont complètement précipitables, en solution acide diluée, par l'hydrogène sulfuré. Il y a là une contradiction avec ce fait, que les solutions des sels neutres de nickel et de cobalt à acide minéral ne sont pas précipitées immédiatement par l'acide sulfhydrique, et ne le sont pas du tout à froid, en présence d'un léger excès d'acide.

» Cette contradiction peut s'expliquer en supposant que les sulfures de ces deux métaux, au moment de leur mise en liberté par les sulfures alcalins, se produisent sous un état différent de celui sous lequel nous les connaissons. Ils seraient, sous cet état, attaquables par les acides, comme l'est le sulfure de zinc; plus facilement même, car les sels de zinc sont partiellement précipitables par l'hydrogène sulfuré, dans des conditions d'acidité pour lesquelles on ne constate aucune précipitation immédiate des sels de nickel et de cobalt; mais ils éprouveraient, de suite, une condensation comparable à celle produite par la calcination sur l'alumine et le sesquioxyde de chrome précipités, et c'est à cette transformation moléculaire qu'ils devraient leur stabilité relative, de même que l'alumine et le sesquioxyde de chrome ont perdu, par la calcination, la propriété de se dissoudre dans les acides. Mais la transformation subie par les sulfures de nickel et de cobalt se ferait spontanément et d'une manière trop rapide pour que nous puissions constater les propriétés de ces sulfures, au moment

où ils existeraient sous un état comparable à celui des deux sesquioxydes précipités, avant que ces derniers n'aient été transformés, à la suite d'une élévation de température. Peut-être pourrait-on, en opérant la précipitation des sulfures de nickel et de cobalt à une très basse température, retarder cette condensation et constater l'existence de ces sulfures sous cette modification instable.

» Quoi qu'il en soit, cette hypothèse nous paraît conforme aux faits si curieux étudiés, en 1882, par M. Baubigny ([1]). Tandis qu'une solution de sulfate neutre de nickel ne donne pas de précipité immédiat par l'action de l'hydrogène sulfuré, on constate que cette précipitation se produit cependant, dès la température ordinaire, mais lentement; elle est à peine complète au bout d'un mois. La précipitation est activée par une élévation de température. Elle a lieu, même en présence d'un léger excès d'acide sulfurique. Enfin, la précipitation ne dépend pas de la dilution de la liqueur, mais seulement de la proportion entre les poids de l'acide et du métal en présence, contrairement à ce qui a lieu pour les sels de zinc. Pour ces derniers, en effet, les proportions de sulfure précipité augmentent avec la dilution de la liqueur.

» M. Baubigny a attribué ces faits à la production d'un sulfhydrate de sulfure présentant une stabilité variable avec la température et les conditions du milieu, se décomposant et se reformant successivement, et il a démontré, par une ingénieuse expérience, l'existence d'un sulfhydrate de sulfure de nickel insoluble dans l'eau. Il est probable que la plupart des sulfures métalliques, précipités en présence d'un excès d'hydrogène sulfuré, existent ainsi à l'état de sulfhydrates de sulfures. Le fait peut se vérifier en particulier pour le sulfure de zinc. Mais leur formation ne nous paraît pas pouvoir suffire à expliquer les faits singuliers observés dans le cas du nickel, et que l'on ne constate pas avec le zinc et les autres métaux. Il semble difficile d'admettre une dissociation d'un sulfhydrate de sulfure, dissociation se produisant dans les conditions des expériences de M. Baubigny, c'est-à-dire dans un espace clos et dans un milieu saturé à 0° d'hydrogène sulfuré, suivant un mécanisme, en tout cas fort obscur, avec mise en liberté d'un sulfure semblable à celui qui doit rentrer de nouveau en combinaison avec l'hydrogène sulfuré, à la suite de ces décompositions

---

([1]) *Comptes rendus*, t. XCIV, p. 961, 1183, 1251, 1417, 1473, 1595, 1715 et t. XCV, p. 34.

et reconstitutions successives. L'hypothèse précédente nous paraît, au contraire, en rendre compte facilement.

» Une solution d'un sel de zinc neutre, ou légèrement acidulée par un acide minéral, étant soumise à l'action de l'hydrogène sulfuré, on observe une précipitation immédiate, qui se poursuit jusqu'à ce que la proportion d'acide mis en liberté par suite de cette séparation corresponde à un équilibre déterminé par le degré primitif d'acidité, et variable par suite avec la dilution.

» Il est probable qu'il se produit tout d'abord, avec les sels de nickel et de cobalt, un phénomène semblable, avec mise en liberté de sulfure ou de sulfhydrate de sulfure, plus facilement attaquable, au moment de sa formation, que le précipité obtenu avec le zinc. Mais l'équilibre qui tend à se produire ne doit correspondre qu'à une mise en liberté de sulfure ou de sulfhydrate de sulfure infiniment faible, et à peu près inappréciable. Le sulfure éprouve ensuite une transformation spontanée, correspondant à une condensation moléculaire simple, ou à une condensation accompagnée d'une perte d'eau ou d'hydrogène sulfuré, qui le soustrait à l'action de l'acide dilué, sinon complètement, du moins dans des proportions telles que l'équilibre se trouve rompu, et tend de nouveau à se rétablir. De là résulte une élimination lente du métal, jusqu'à une limite sensiblement indépendante de la dilution primitive de l'acide, vu la stabilité relative des sulfures formés en dernier lieu. Le sulfure de zinc, au contraire, même en supposant qu'il ait subi lui-même une transformation de même ordre, et dans l'état sous lequel nous le connaissons, est facilement attaquable par les acides, de sorte que, pour les sels de zinc, l'équilibre s'établit d'une manière définitive, et dépend directement de la production d'acide libre contenue dans le dissolvant. Il serait, d'autre part, plus difficilement attaquable par les acides que les sulfures de nickel et de cobalt, sous leurs modifications primitives; c'est pourquoi la précipitation des sels de zinc serait plus rapide, et l'équilibre atteint d'une manière presque immédiate.

» Dans une prochaine Note, nous nous proposons de montrer que le sulfure de nickel et d'autres sulfures métalliques paraissent posséder, au moment même de leur formation, des propriétés différentes de celles qui correspondent aux sulfures précipités. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Combinaisons de l'hexaméthylène-amine avec l'azotate, le chlorure et le carbonate d'argent.* Note de M. **Delépine**, présentée par M. Henri Moissan.

« I. *Azotate d'argent hexaméthylène-amine:* $C^6H^{12}Az^4.AzO^3Ag$. — L'azotate d'argent en solution aqueuse, ajouté à une solution également aqueuse, d'hexaméthylène-amine, donne immédiatement un précipité blanc cristallisé en tables carrées ou rectangulaires. Le précipité cesse de se former lorsqu'à une molécule de base on a ajouté une molécule du sel argentique.

» Cette remarque fait pressentir la formule $C^6H^{12}Az^4.AzO^3Ag$ que confirment les résultats suivants :

| | I. | II. | III. | IV. | Calculé. |
|---|---|---|---|---|---|
| Carbone ......... | 23,84 | » | » | » | 23,22 |
| Hydrogène ....... | 3,84 | » | » | » | 3,88 |
| Azote ........... | » | 22,22 | » | » | 22,58 |
| Argent .......... | » | » | 35,08 | 34,61 | 34,83 |

» Cette formule s'éloigne de celle de Pratesi, citée par Vohl (¹) :

$$2C^6H^{12}Az^4.3AzO^3Ag$$

et se rapproche de celle de l'amarine azotate d'argent

$$(C^6H.C^6H^5)^6Az^4.AzO^3Ag;$$

mais tandis que la potasse dédouble cette dernière substance en amarine régénérée, amarine argentique et azotate de potasse, elle ne sépare de l'azotate d'argent hexaméthylène-amine que la base elle-même et de l'oxyde d'argent.

» Cette combinaison est soluble dans l'acide azotique et surtout l'ammoniaque. L'addition ménagée d'ammoniaque à la première et celle d'acide azotique à la seconde fait réapparaître le précipité. La solution ammoniacale abandonnée à l'air laisse déposer l'azotate d'argent hexaméthylène-amine en longs prismes orthorhombiques.

» Chauffée elle se réduit rapidement avec argenture du tube. Même dès la température ordinaire, elle s'altère sensiblement et les cristaux formés sont quelquefois gris. La combinaison seule et sèche s'altère lentement en se colorant en gris.

» Additionnée d'acide chlorhydrique, la solution ammoniacale donne un dépôt blanc moins facilement soluble dans l'ammoniaque que le chlorure d'argent et se colorant moins vite à la lumière. C'est la combinaison suivante.

» *Chlorure d'argent hexaméthylène-amine :* $C^6H^{12}Az^4.HAgCl$. — On

---

(¹) *D. Ch. G.*, t. XIX.

l'obtient mieux en précipitant par l'azotate d'argent une solution chlorhydrique acide d'hexaméthylène-amine, recueillant le précipité et le redissolvant dans l'ammoniaque, puis évaporant dans le vide pour plus de rapidité. Il se forme des cristaux durs, prismatiques, répondant à la formule ci-dessus.

| | I. | II. | III. | Calculé. |
|---|---|---|---|---|
| Chlorure d'argent... | 80,81 | 80,00 | » | 80,39 |
| Azote............ | » | » | 8,02 | 7,84 |

» Ils sont insolubles dans les acides. Si l'on chauffe, aussi bien que les précédents, ils s'altèrent en donnant le sel argentique et les produits de destruction de l'hexaméthylène-amine par les acides. La solution ammoniacale chauffée noircit rapidement.

» *Carbonate d'argent hexaméthylène-amine :*

$$3CO^3Ag^2, 5C^6H^{12}Az^4, 15H^2O.$$

» L'oxyde d'argent n'a pu en aucune circonstance être combiné à l'hexaméthylène-amine. Cependant une solution ammoniacale mêlée à l'hexaméthylène-amine et abandonnée à l'air fournit quelques cristaux. J'ai été amené à penser que l'acide carbonique était intervenu et j'ai suivi le mode opératoire suivant qui m'a donné une combinaison de carbonate d'argent et d'hexaméthylène-amine : on fait passer un courant prolongé d'acide carbonique dans une liqueur contenant 1 molécule de base et 1 molécule d'oxyde d'argent dissoute avec assez d'ammoniaque pour que le tout fasse une solution limpide. Il se fait d'abord un très léger dépôt de cristaux; la liqueur surnageante évaporée à l'air en lieu sombre fournit, au bout de quelques jours, de longs cristaux aiguillés, disposés en houppe, très durs, à peine teintés de gris.

» L'analyse donne les résultats suivants :

| | | Calculé pour la formule. |
|---|---|---|
| Carbone........................ | 22,29 | 22,02 |
| Hydrogène...................... | 4,29 | 5,00 |
| Azote.......................... | 15,51 | 15,57 |
| Argent......................... | 36,09 | 36,04 |
| Perte de poids à 150°.......... | 17,83 | 15,02 |

» Les acides ne l'attaquent que lentement à froid avec dégagement de gaz carbonique. L'ammoniaque et le carbonate d'ammoniaque le dissolvent en donnant une solution se réduisant très facilement par la chaleur.

» Il m'a paru curieux de noter la formation de combinaisons du chlorure et du carbonate d'argent avec une base voisine des amines ([1]). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur des éthers cyanés*. Note de M. **Albert Colson**, présentée par M. Schützenberger.

« Les travaux de MM. Meyer et Haller font prévoir que le tétracyanure xylénique $C^6H^4(CHCy^2)^2$ doit se comporter comme un acide bibasique. Pour préparer ce nouveau type de corps, j'avais essayé de faire réagir en vase clos au soleil le chlorure de cyanogène sur du paraxylène dilué dans de l'éther incomplètement sec. Le résultat de cette opération ne fut pas celui que j'attendais. Au bout de plusieurs semaines, il se fit dans le ballon un dépôt cristallin et une grande production d'acide carbonique. Le dépôt, analysé, était simplement du chlorhydrate d'ammoniaque; sa formation et celle du gaz carbonique s'expliquent par l'équation suivante :

$$CAzCl + 2H^2O = AzH^4Cl + CO^2.$$

Quant à l'éther, il renfermait de l'acide chlorhydrique, du xylène inaltéré et un composé qui distillait dans le vide entre 80° et 100°, et se condensait à l'état cristallin dans le réfrigérant. Ce solide à saveur fraîche, excessivement soluble dans l'eau, l'alcool et l'éther, fondait à 48°. Il contenait de l'azote, mais pas de chlore et sa composition le rapprochait d'un composé de l'éther plutôt que d'un dérivé xylénique.

» *Production d'uréthane*. — J'ai donc recommencé l'expérience en exposant au soleil un mélange d'éther lavé et de chlorure de cyanogène. J'ai retrouvé le dépôt de chlorhydrate d'ammoniaque, la pression de gaz carbonique mêlé parfois d'un peu d'oxyde de carbone, et les cristaux fusibles à 48°. Ceux-ci ont le point de fusion de l'uréthane et en ont également la composition :

| | *Analyse.* | Uréthane. |
|---|---|---|
| C pour 100 ........... | 40,9 | 40,45 |
| H » ........... | 8,5 | 7,85 |
| Az » ........... | 16,03 | 15,73 |

» L'uréthane est un produit constant de la réaction du chlorure de cya-

([1]) Travail fait au laboratoire de M. Prunier, à l'École supérieure de Pharmacie.

nogène sur l'éther : je l'ai constaté en chauffant à 100° ces deux corps même secs.

» M. Armand Gautier a déjà signalé la formation d'uréthane au contact de l'éther et du chlorure de cyanogène, aussi n'insisterai-je pas davantage sur cette réaction.

» *Éther cyané soluble.* — J'ai pensé que la présence dans l'éther d'une forte proportion d'acide chlorhydrique était due à la formation de produits substitués. Pour isoler ces corps, j'ai prolongé pendant plusieurs mois l'exposition à la lumière du mélange éthéré, prenant soin d'ouvrir les ballons de temps à autre pour diminuer la pression de l'acide carbonique. L'éther ayant été distillé lentement, j'ai obtenu, vers 80° dans le vide, un liquide mobile, éthéré, soluble dans l'eau en toutes proportions.

» Ce liquide, séché sur du carbonate de potasse et redistillé à la pression ordinaire, passe à 129°-130°. Son odeur est éthérée, sa saveur brûlante comme celle de l'alcool; il est miscible à l'eau, à l'alcool, à l'éther, à la benzine; il se sépare de l'eau par addition de carbonate de potasse; sa densité à 12° est 0,87; sa composition est celle du nitrile éthyl-lactique

$$CH^3-CH\begin{cases}OC^2H^5\\CAz\end{cases}.$$

| | Trouvé. | Théorie. |
|---|---|---|
| C pour 100..... | 59,50 | 60,60 |
| H » ..... | 9,09 | 9,09 |
| Az » ..... | 13,94 | 14,24 |

» Ce composé paraît renfermer une trace d'eau ou d'amide; aussi sa densité de vapeur prise par la méthode de Meyer, dans l'aniline, correspond-elle à un poids moléculaire un peu faible, 94 au lieu de 99.

» *Éther cyané insoluble.* — En opérant pendant l'été (mars-octobre), j'ai trouvé un produit semblable au précédent, mais très peu soluble dans l'eau. J'ai traité $1^{lit},5$ d'éther additionné de $100^{gr}$ environ de chlorure de cyanogène, et ce mélange a été renfermé dans 6 ballons résistants. Dans ces conditions, j'ai recueilli $55^{gr}$ d'un liquide distillant exactement à 131° sous la pression $765^{mm}$. Ce liquide renferme :

| | |
|---|---|
| C pour 100.................... | 60,00 |
| H » .................... | 9,27 |
| Az » .................... | 14,10 |

» Son poids moléculaire pris dans l'aniline est 105. Il est donc isomère du composé soluble; et cette isomérie paraît être de nature physique. En

effet, l'éther cyané insoluble possède aussi une saveur alcoolique, une odeur éthérée; il est miscible à l'alcool, à l'éther; sa température d'ébullition est très proche de celle du nitrile soluble; sa densité à 12° est 8,824.

» De plus, au point de vue chimique, ces deux corps sont très stables; chauffés avec de la potasse en fusion ils dégagent l'un et l'autre de l'ammoniaque sans former de cyanure.

» Leur mode de formation les rattache à l'acide lactique et non pas à l'acide hydracrylique, car l'attaque de l'éther par le chlore donne le produit $CH^3 CHCl.O.C^2H^5$. D'autre part leur point d'ébullition est inférieur à celui du corps $CAzCH^2.O.C^2H^5$ découvert par M. Henry. Or ce cyanure bout à 135°; le dérivé hydracrylique, qui est son homologue normal supérieur, doit donc bouillir notablement au-dessus de 135°. Enfin l'éther cyané insoluble, traité par l'eau à 180°, donne des cristaux fusibles à 63° comme l'éther de l'amide lactique de Wurtz.

» L'éther cyané soluble semble être un produit de transition; car chauffé en solution éthérée à 100° avec de l'acide chlorhydrique, il se transforme en produits insolubles dans l'eau. Je m'occupe de reproduire cet éther soluble, le froid paraissant favorable à sa formation. »

CHIMIE. — *Sur les chromates de fer*. Note de M. **Charles Lepierre**, présentée par M. Schützenberger.

« J'ai entrepris l'étude méthodique des chromates de fer qui n'avait pas encore été faite.

» Tous les chromates obtenus sont plus ou moins attaquables par l'eau, surtout à chaud; il reste alors un résidu d'hydrate ferrique. Tous ces corps sont ferriques; les chromates ferreux n'existent pas.

» Afin d'éviter la décomposition de ces sels, il est entendu que j'ai toujours opéré à très basse température (2° ou 3°) et avec des solutions saturées; les lavages ont été faits à l'eau glacée, puis à l'alcool et à l'éther. Aucun acide n'est ajouté aux solutions.

» I. Chromates dérivés des sels ferreux. — Les sels ferreux, en présence de l'acide chromique ou des chromates, sont oxydés suivant l'équation classique

$$6FeO + 2CrO^3 = 3Fe^2O^3 + Cr^2O^3;$$

mais, en analyse, où cette réaction est très employée, on opère toujours en présence d'un excès d'acide; je n'ajoute, au contraire, aucun acide.

» *a. Sulfate ferreux et acide chromique*. — En mélangeant à froid des solutions saturées de sulfate ferreux pur et d'acide chromique, on n'obtient aucun précipité :

l'oxydation est immédiate; la liqueur brune formée renferme un sel ferrique basique dont la formation s'explique par

(1) $6 FeSO^4 + 2 H^2 CrO^4 = 3(Fe^2O^3 . SO^3) + 2 H^2O + Cr^2(SO^4)^3$ (1).

» Cette solution brune est très peu stable; elle se trouble spontanément à l'air ou par l'addition d'eau distillée, par l'élévation de la température; il se dépose des sulfates ferriques basiques, la plupart connus, *tous exempts de chrome,* et dont la composition varie avec les causes de leur formation. Le phénomène se complique s'il y a un excès de sulfate ferreux car il se forme des sulfates ferroso-ferriques également peu stables. Il ne se forme donc aucun chromate de fer dans ce cas.

» *b. Sulfate ferreux et dichromate de potassium.* — Phénomènes en tous points semblables aux précédents; il y a oxydation immédiate sans qu'il se forme de chromate; on obtient ainsi toute une série de sulfates basiques; dans le cas d'oxydation intégrale, on a

(2) $6 FeSO^4 + K^2Cr^2O^7 = 3 Fe^2O^3 . 2 SO^3 + Cr^2(SO^4)^3 + K^2SO^4$.

» *c. Sulfate ferreux et chromate neutre de potassium.* — 1° *Excès de sel ferreux.* — En ajoutant une petite quantité d'une solution très froide de chromate neutre saturée dans une solution également saturée de sulfate ferreux, on obtient un précipité brun microcristallin qui se dissout avec le temps en donnant une liqueur brune; celle-ci renferme des sels ferroso-ferriques basiques si tout le fer n'est pas oxydé; si l'oxydation est complète, il se forme aussi un sulfate plus basique encore que ceux des équations (1) et (2) :

(3) $6 FeSO^4 + 2 K^2CrO^4 = 3 Fe^2O^3 . SO^3 + Cr^2(SO^4)^3 + 2 K^2SO^4$.

» Cette solution se comporte comme les précédentes.

» En opérant vers 0° et rapidement, il est facile de séparer le précipité primitif qui, après lavage à l'eau glacée, à l'alcool et à l'éther présente toujours la même composition; au moment même de sa formation, il est *ferrique* et pas ferreux. Il renferme du chrome et du potassium qui s'y trouvent dans des proportions différentes de celles du chromate neutre.

» Un grand nombre d'analyses lui assignent la formule $2 CrO^3 . 6 Fe^2O^3 . 3 K^2O$.

» Le chromate humide est brun; séché à l'air, il est noir; dans ce dernier état, il renferme encore 26 à 27 pour 100 d'eau; ce qui correspond à environ $30 H^2O$. Cette proportion d'eau est très différente de celle qui correspondrait à l'oxyde ferrique (existant dans ce chromate) et supposé, soit à l'état de $Fe^2(OH)^6$ (16 pour 100 d'eau), soit à l'état de $2 Fe^2O^3 . 3 H^2O$ sous lequel se présente le premier séché à l'air; la teneur en eau provenant de cet hydrate ne serait plus que de 8 pour 100.

» L'action du chromate neutre n'est donc pas instantanée comme dans les cas précédents; il se forme au début un chromate très basique, il est vrai, et qui agit à son tour, peu à peu, comme oxydant du sel ferreux. La précipitation à chaud ne fournit que des sulfates ferriques basiques, exempts de chrome.

(1) Le chrome ne tend pas, en effet, à former des sulfates basiques, ainsi que nous l'avons vérifié, il y a plusieurs années, avec M. Étard, à l'École de Physique et de Chimie.

» 2° *Excès de chromate.* — Précipité micro-cristallin, jaune brun. Sa composition pouvait être très complexe, car il aurait pu se former des chromates de chrome (avec le sulfate chromique existant dans la solution), lesquels auraient été mélangés des chromates de fer. En réalité, l'action est plus simple. Il ne se forme qu'un chromate ferrico-potassique où tout le chrome est à l'état d'acide chromique combiné. L'analyse correspond à la formule $4CrO^3.3Fe^2O^3.4K^2O$ ou $4K^2CrO^4.3Fe^2O^3$; séché à l'air, il renferme, en outre, 22,7 pour 100 d'eau, soit $20H^2O$. Ici encore, la proportion d'eau est bien plus grande que celle qui correspondrait aux hydrates ferriques.

» Les résultats ont été les mêmes dans différentes préparations; ce n'est donc pas un mélange de chromate de potassium et d'hydrate ferrique (ce qu'exclut même le mode de purification; mais bien une combinaison définie, sorte de laque de composition toujours identique.

» Si, dans ces expériences, on remplace le sulfate ferreux par le *sulfate de fer et d'ammonium*, on observe des phénomènes comparables. En présence d'un excès de chromate de potassium, on obtient un sel $10CrO^3.6Fe^2O^3.7K^2O$ qui retient encore à l'air sec 20,8 pour 100 d'eau, soit $40H^2O$. Ce composé peut être aussi considéré comme une laque.

» *Chromate de sodium.* — Phénomènes semblables aux précédents. En présence d'un excès de chromate, on a le composé $5CrO^3.7Fe^2O^3.4Na^2O$ qui retient 27 pour 100 d'eau après dessiccation à l'air sec, soit $40H^2O$.

» *Chromate d'ammonium.* — En présence d'un excès de ce sel, le sulfate ferreux fournit un chromate $6CrO^3 5Fe^2O^3.6(AzH^4)^2O$ ou $6Am^2CrO^4.5Fe^2O^3$ qui contient 25 pour 100 d'eau dans l'air sec.

» Avec les dichromates de sodium et d'ammonium, l'oxydation est immédiate, sans formation de chromates.

» Chromates dérivés des sels ferriques. — Le mélange de chlorure ferrique pur et d'acide chromique ne fournit aucun chromate isolable.

» *Chlorure ferrique et chromate neutre de potassium.* — 1° *Excès de chlorure ferrique.* — En ajoutant peu à peu du chromate neutre saturé à froid dans du chlorure ferrique saturé, le précipité du début se redissout; quand le chlorure ferrique ne redissout plus le précipité, la liqueur rouge obtenue laisse déposer, après quelques jours, de beaux cristaux rouge-rubis hexagonaux visibles à l'œil nu, dont la formule est $11CrO^3.3Fe^2O^3.4K^2O.9H^2O$.

» 2° *Excès de chromate.* — En présence d'un excès de chromate de potassium, on obtient un précipité cristallin jaune orangé dont la formule est $9CrO^3.2Fe^2O^3.6K^2O.6$ ou $10H^2O$, suivant que les lavages ont lieu à l'alcool ou à l'eau.

» En présence d'un petit excès de chlorure ferrique (insuffisant pour redissoudre le précipité), on obtient le chromate $10CrO^3.3Fe^2O^3.6K^2O.5H^2O$.

» A chaud, les chromates obtenus sont de composition très complexe et constituent des mélanges.

» *Chlorure ferrique et dichromate de potassium.* — 1° Le mélange des deux solutions froides saturées à volumes égaux devient plus foncé et donne, après quelques jours, de jolis cristaux rouge rubis dont la formule est $7CrO^3.2Fe^2O^3.2K^2O.7H^2O$.

» 2° Avec un grand excès de dichromate, on obtient un autre chromate cristallisé, déjà obtenu par Hensgel par un autre procédé (1) $4CrO^3 . Fe^2O^3 . K^2O . 4H^2O$.

» 3° Au contraire, si le chlorure ferrique est en excès, on obtient en même temps de grands cristaux de chlorochromate de potassium $CrO^3 . KCl$.

» 4° Par le procédé du tube fêlé et les deux solutions précédentes, j'ai obtenu un chromate cristallisé anhydre de composition intéressante $6CrO^3 . 2Fe^2O^3 . 3K^2O$ ou $3K^2Cr^2O^7 . 2Fe^2O^3$.

» Les chromates précédents sont obtenus à froid. Si l'on opère à chaud, en présence d'un grand excès de dichromate, on a le chromate connu sous le nom de *jaune sidérin* (2), qui n'avait pas été analysé. Il résiste assez à l'eau froide. Sa formule est $16CrO^3 . 4Fe^2O^3 . 5K^2O . 8H^2O$.

» Le chlorure ferrique et le dichromate d'ammonium fournissent, à froid, le chromate de Hensgel en cristaux rouges $4CrO^3 . Fe^2O^3 . (AzH^4)^2O . 4H^2O$.

» *Conclusions.* — J'ai obtenu ainsi treize chromates, dont deux seulement étaient connus. Tous ces sels sont doubles et ils sont tous ferriques; ils sont en général hydratés; ils sont tous colorés (depuis le rouge au jaune, en passant par les tons bruns). Les chromates dérivés des sels ferreux sont moins riches en chrome que ceux provenant des sels ferriques et, parmi ces derniers, ceux qui dérivent des dichromates sont les plus riches.

» La teneur en oxyde de fer est plus grande dans les chromates des sels ferreux et elle oscille entre 23 et 26 pour 100 dans les chromates des sels ferriques.

» Les chromates de fer forment donc une série parallèle à celle des sulfates basiques du même métal. Tous sont susceptibles d'applications pour la peinture sur faïence ou porcelaine (3). »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Nouveau réactif permettant de démontrer la présence de l'eau oxygénée dans les plantes vertes.* Note de M. **A. Bach**, présentée par M. Schützenberger.

« Dans ma précédente Note (4), j'ai montré qu'aucun des réactifs usuels de l'eau oxygénée ne pouvait donner de résultats concluants en ce qui concerne la présence ou l'absence de cette substance dans les plantes

(1) C. Hensgen (*Deutsch. Chem. Gesell.*, 1879).

(2) *Encycl. chim.*, Fab. des couleurs, p. 105.

(3) Travail du Laboratoire de Chimie de l'École industrielle de Coïmbra (Portugal).

(4) *Comptes rendus*, t. CXIX, p. 286.

vertes. M'étant attaché à rechercher un nouveau réactif de l'eau oxygénée qui ne fût pas influencé par les substances contenues dans les plantes, j'ai réussi à en trouver un qui semble donner entière satisfaction à ce point de vue particulier.

» Ayant constaté que l'acide perchromique en solution éthérée transformait très facilement, en présence d'un acide libre, l'aniline en une matière colorante violette, j'ai utilisé cette réaction pour la recherche de l'eau oxygénée, en employant une solution très étendue de bichromate de potasse, additionnée d'aniline et d'un acide libre. Mais comme, d'autre part, le bichromate de potasse pouvait, lui aussi, oxyder l'aniline en présence d'un acide libre, j'ai cherché à établir une ligne de démarcation bien nette entre ces deux réactions. Les expériences que j'ai instituées dans ce but ont donné les résultats suivants :

» *Concentration de la solution de bichromate de potasse et d'aniline.* — Au point de vue de la sensibilité du réactif, les meilleurs résultats ont été fournis par une solution contenant par litre $0^{gr},03$ de bichromate de potasse et 5 gouttes d'aniline.

» *Influence des acides.* — En ajoutant à des essais formés par $5^{cc}$ de la solution ci-dessus et $5^{cc}$ d'une solution étendue d'eau oxygénée quantités équivalentes de différents acides, et notant l'espace de temps au bout duquel la coloration rose violacé due à l'action de l'eau oxygénée apparaissait dans chaque cas, j'ai trouvé que l'acide oxalique donnait les résultats les mieux tranchés et les plus rapides.

» Pour déterminer l'action de l'acide oxalique sur le réactif en l'absence d'eau oxygénée, des essais formés par $5^{cc}$ de la solution de bichromate de potasse-aniline et $5^{cc}$ d'eau ont été traités par des quantités croissantes d'une solution de 5 pour 100 d'acide oxalique.

» Dans une expérience parallèle, le réactif non additionné d'eau a été soumis au même traitement. L'espace de temps compris entre l'addition d'acide et l'apparition de la coloration rose violacé a été noté dans chaque cas. Ces expériences ont démontré :

» 1° Que l'action de l'acide oxalique sur le réactif était considérablement retardée par la dilution. Exemple : 4 gouttes de la solution d'acide oxalique, ajoutées à $5^{cc}$ de la solution de bichromate de potasse-aniline, ont provoqué un commencement de coloration au bout de cinquante-neuf minutes, tandis que, dans le réactif additionné de son volume d'eau, le commencement de coloration n'est survenu qu'au bout de quinze heures;

» 2° Que la vitesse de l'action de l'acide oxalique décroissait avec la diminution de la quantité de cet acide ajouté. Ainsi, 20 gouttes d'une solution à 5 pour 100 d'acide oxalique, ajoutées à $5^{cc}$ du réactif étendus de $5^{cc}$ d'eau, ont donné un commencement de coloration au bout de douze minutes; avec 10 gouttes, la coloration est survenue au bout de trente-sept minutes; avec 5 gouttes, au bout de trois heures cinquante minutes; avec 3 gouttes, au bout de quinze heures; avec 2 gouttes, au bout de trente-six heures; avec 1 goutte, au bout de soixante-dix-huit heures.

» Dans la recherche de l'eau oxygénée au moyen de ce réactif, l'addition de 1 ou 2 gouttes de la solution d'acide oxalique suffit, et la coloration survient au bout de 10 à 30 minutes; on voit que, dans les conditions où j'opère, la colloration provoquée par l'eau oxygénée précède d'au moins 36 heures celle due à l'action de l'acide oxalique. Il y a donc entre les deux réactions une marge assez grande pour que le nouveau réactif puisse être employé en toute sécurité pour la recherche de l'eau oxygénée.

» *Sensibilité du réactif.* — Au point de vue de sa sensibilité, le nouveau réactif se range entre le système iodure de potassium, amidon, sulfate ferreux et le bioxyde de titane dissous dans l'acide sulfurique. Trois déterminations faites à plusieurs jours d'intervalle ont donné en moyenne, comme limite de sensibilité, $0^{gr},00072$ $H^2O^2$ par litre, soit 1 pour 1400000 environ.

» *Action des oxydants et autres substances.* — L'acide azoteux et les autres composés oxygénés de l'azote sont sans action sur le réactif. Par contre, comme l'aniline, celui-ci est coloré par les hypochlorites et l'acide hypochloreux. Le mélange de chlore et d'anhydride hypochloreux qui s'obtient par l'action de l'acide chlorhydrique sur le chlorate de potasse provoque également la coloration du réactif.

» D'un grand nombre de substances non oxydantes essayées, seul le tannin semble exercer une action sur le réactif, en diminuant la sensibilité de celui-ci.

» *Mode d'emploi.* — $5^{cc}$ d'une solution contenant $0^{gr},03$ de bichromate de potasse et 5 gouttes d'aniline par litre sont placés dans une éprouvette, additionnés de $5^{cc}$ de la solution à essayer et de 1 goutte d'une solution à 5 pour 100 d'acide oxalique. En présence d'eau oxygénée, il se produit une coloration rose violacé. Un essai à blanc opéré en même temps avec $5^{cc}$ de réactif et $5^{cc}$ d'eau additionnés de 1 goutte de la solution d'acide oxalique permet de mieux suivre le changement de coloration.

» Muni de ce réactif, j'ai cherché de nouveau à déterminer si les plantes vertes renferment de l'eau oxygénée. Mes expériences ont été faites du 14 au 19 octobre dernier par un temps clair et doux. La saison étant trop avancée, les recherches n'ont porté que sur 25 espèces qui se trouvaient encore dans un état physiologique normal.

» $25^{gr}$ de feuilles bien vertes et cueillies au milieu de la journée ont été placés dans une tasse de porcelaine spacieuse et arrosés par $75^{cc}$ d'eau acidulée par 0,1 pour 100 d'acide oxalique. Il faut éviter d'employer les acides minéraux, parce qu'ils décomposent certains glucosides et en mettent en liberté le tannin. La tasse, couverte d'une soucoupe, a été gardée dans une chambre obscure. A des intervalles déterminés, des portions de $5^{cc}$ ont été prélevées sur l'extrait et essayées par le réactif, comme il a été indiqué plus haut. Un essai à blanc a été opéré dans chaque cas avec $5^{cc}$ de réactif, $5^{cc}$ de l'eau acidulée et 1 ou plusieurs gouttes de la solution d'acide oxalique. Par des essais répétés, je me suis assuré que l'acidité des extraits était sensiblement égale à celle de l'eau acidulée employée. La coloration provoquée dans ce réactif ne pouvait donc avoir été déterminée par un excès d'acidité.

» Sur les vingt-cinq espèces végétales examinées, les dix-huit suivantes

ont donné un résultat positif en ce qui concerne la présence de l'eau oxygénée.

» *Brassica asperifolia, oleifera, Daucus Carota, Beta vulgaris, Geranium rotundifolium, Hedera helix, Lauro-cerasus, Aster, Tropæolum pentaphyllium, Chrysanthemum Balsamita, Mercurialis annua, Urtica, Calla palustris, Vicia Faba, Papaver rhœas, Sisymbrium nasturtium, Dyanthus caryophyllus, Apium petroselinum, Fragaria vesea.*

» Deux plantes ont donné un résultat douteux : *Lactuca sativa, Vicia.*

» Cinq plantes ont donné un résultat négatif : *Medicago sativa, Chicorium* in *tybus, Avena sativa, Viola odorata, Lilium bulbiferum.*

» Ces expériences tendent donc à prouver que les parties vertes des plantes renferment de l'eau oxygénée ou des peroxydes fonctionnant comme l'eau oxygénée. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la valence du glucinium et la formule de la glucine.* Note de M. **Alph. Combes**, présentée par M. Friedel.

« La formule de la glucine a été l'objet d'un très grand nombre de recherches depuis Berzélius qui lui attribuait la composition $Gl^2O^3$, ce qui conduit à considérer le glucinium comme trivalent et à lui donner le poids atomique 13,5.

» La plupart des auteurs qui, depuis, ont étudié la question ont conclu, comme l'a fait Debray, à la nécessité de donner à la glucine la formule GlO et, par suite, de ramener ce poids atomique à 9. Le glucinium devient alors un élément bivalent; c'est cette manière de voir qu'a adopté M. Mendeléeff, dans sa classification des éléments, et la plupart des chimistes ont suivi son exemple.

» Les principaux arguments sur lesquels repose la formule GlO sont : l'absence d'un alun de glucinium ; l'existence d'un phosphate analogue au phosphate ammoniaco-magnésien ; enfin la densité de vapeur de son chlorure, prise à une température suffisamment élevée, qui correspond à la formule $GlCl^2$.

» D'autre part, M. Hautefeuille a montré que la glucine pouvait remplacer partiellement l'alumine dans certains silicates doubles (¹); et, tout récemment, M. Wyrouboff (²), en s'appuyant sur l'étude des silicotungs-

(¹) *Comptes rendus,* t. CVII, p. 786.
(²) *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XI, p. 1106.

tates de la série magnésienne et de ceux de glucinium et d'aluminium, a proposé de revenir à la formule de Berzélius. En effet, les silicotungstates d'aluminium et de glucinium cristallisent avec le même nombre de molécules d'eau, possèdent la même forme cristalline et sont capables de cristalliser ensemble en proportions variables : ils sont isomorphes; il n'en est pas de même des silicotungstates de la série magnésienne qui, d'après M. Wyrouboff, ne sont jamais isomorphes avec celui de glucinium.

» Dans ces conditions, il était intéressant d'apporter un argument nouveau en faveur de l'une ou de l'autre des formules de la glucine.

» C'est ce que j'ai tenté de faire, en me servant d'une méthode que j'ai déjà employée pour établir la trivalence de l'aluminium.

» J'ai montré précédemment (¹) que les dicétones β et particulièrement l'acétylacétone (pentanedione 2.4) possèdent un atome d'hydrogène et un seul remplaçable par une valence métallique. Les combinaisons, toutes solides et cristallisées, que l'on obtient répondent aux formules

$$(C^5H^7O^2)M', \quad (C^5H^7O^2)^2M'', \quad (C^5H^7O^2)^3M''',$$

suivant que le métal employé est mono-, bi- ou trivalent; il n'existe jamais de sel basique, ni de sel acide.

» Les poids moléculaires des composés obtenus varient très rapidement avec la valence du métal, la molécule du radical ($C^5H^7O^2$) pesant 99; il en résulte que l'on peut avec une grande certitude en déterminer les poids moléculaires par les méthodes physiques qui sont aujourd'hui à notre disposition : densités de vapeur, cryoscopie, ébullioscopie.

» Les combinaisons métalliques de l'acétylacétone que j'ai fait connaître il y a plusieurs années se prêtent particulièrement bien à ces déterminations, car ce sont des substances faciles à obtenir à l'état de pureté, cristallisées, souvent très volatiles, solubles dans divers dissolvants dont on peut déterminer les points de congélation ou d'ébullition avec une grande précision.

» La préparation de l'acétylacétonate de glucinium s'effectue très facilement; il suffit de précipiter la glucine de l'un quelconque de ses sels, et, après lavage, de la redissoudre dans un faible excès d'acide acétique; on ajoute alors à la solution acétique la quantité équivalente d'acétylacétone dissoute dans l'eau. Après mélange, il se précipite une matière blanche bien cristallisée.

(¹) *Comptes rendus*, t. CV, p. 868.

» Le composé ainsi obtenu est très peu soluble dans l'eau froide, davantage dans l'eau bouillante; il est très soluble dans l'alcool, même à froid et, en évaporant la solution, on obtient de magnifiques cristaux appartenant au système du prisme orthorhombique. Le sel d'aluminium correspondant est tout à fait insoluble dans l'eau; dans l'alcool, il cristallise en belles tables hexagonales appartenant à la symétrie clinorhombique; il fond à 193°-194° et bout à 314°. L'acétylacétonate de glucinium fond à 108°; il est très volatil, car déjà à 100° il se sublime partiellement; soumis à la distillation, il entre en ébullition à 270°, sous la pression normale, sans subir aucune décomposition.

» Cette remarquable propriété m'a permis d'en prendre la densité de vapeur. La substance dont je me suis servi, purifiée par plusieurs cristallisations dans l'eau, fondait exactement à 108 (1).

» Voici les résultats de deux expériences effectuées par la méthode de M. V. Meyer, la première à la température d'ébullition de la diphénylamine, la seconde dans la vapeur de mercure. La substance employée, fondue en petits cylindres, étant introduite directement dans l'appareil, j'ai obtenu les résultats suivants :

| | I. | II. |
|---|---|---|
| Matière | 0,2022 | 0,2224 |
| Volume recuelli | $22^{cc},6$ à 13° | $26^{cc}$ à 17° |
| Pression barométrique réduite à 0° | $765^{mm},2$ | $764^{mm},6$ |

» Ce qui donne pour densité de la vapeur :

| I. | II. |
|---|---|
| 7,26 | 7,12 |

» La densité calculée par la formule $Gl(C^5H^7O^2)^2$ (Gl = 9) est 7,16, tandis que la formule $(C^5H^7O^2)^3Gl$ (Gl = 13,5) exige 10,75.

» Il en résulte évidemment que l'acétylacétonate de glucinium a bien la formule $(C^5H^7O^2)^2Gl$, et, par conséquent, qu'on doit considérer, avec M. Mendeleéff, le glucinium comme un élément bivalent, possédant le poids atomique 9. La formule qui en résulte pour la glucine est GlO.

» Je me propose d'appliquer encore la méthode qui m'a servi pour l'aluminium et le glucinium à l'étude de quelques métaux dont la valence est encore discutée. »

---

(1) Analyse : C : 57,93 / Trouvé : H : 6,95 } Gl : 4,44. Calculé { C : 57,94 / H : 6,76 } Gl : 4,38 avec Gl = 9,1.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la constitution des sulfones aromatiques*. Note de MM. **L. Zorn** et **H. Brunel**, présentée par M. Friedel.

« Depuis les travaux de M. Otto sur la sulfone du toluène, on admet que, dans les sulfones aromatiques, le groupe $SO^2$ se met en position *para*. Dans un récent Mémoire sur ces sulfones, M. Genvresse [1] émet un doute sur cette constitution. En effet, MM. Tœhl et Eberhard [2] paraissent avoir obtenu la sulfone du paraxylène; il semblerait que la conclusion à tirer de l'existence de ce corps serait que $SO^2$ ne peut se mettre en position *para*. Cependant, avant de se prononcer, il était nécessaire de reproduire la sulfone du paraxylène par un procédé différent de celui qu'ont employé MM. Tœhl et Eberhard; car ces auteurs ont fait réagir le chlorure de sulfuryle sur le paraxylène en présence du chlorure d'aluminium; or, on sait que le chlorure d'aluminium peut produire des transpositions moléculaires [3]. Cette préparation était d'ailleurs d'autant plus nécessaire que MM. Tœhl et Eberhard n'ont donné ni le point de fusion du corps qu'ils ont obtenu, ni sa combustion. Ils n'indiquent pas de rendement, ce qui permet de croire qu'ils n'en n'ont recueilli qu'une très petite quantité.

» D'un autre côté, M. Genvresse n'a pu préparer les sulfones du métaxylène et du mésitylène. En employant une méthode différente, MM. Tœhl et Eberhard n'ont pas pu davantage obtenir ces deux corps. Ces résultats négatifs, rapprochés de l'existence de la sulfone du paraxylène, font prévoir la position *méta* pour le groupe $SO^2$. Mais, avant de conclure, il fallait :

» 1° Reproduire la sulfone du paraxylène, sans employer le chlorure d'aluminium;

» 2° Essayer d'obtenir la sulfone de l'orthoxylène.

» C'est là l'objet de ce travail. L'idée première en est due à M. Genvresse, qui a bien voulu nous aider de ses conseils.

» *Sulfone du paraxylène*. — Nous faisons arriver des vapeurs d'anhydride sulfurique dans du paraxylène pur refroidi par un courant d'eau froide. Au début, il se forme dans le liquide des cristaux de paraxylène, qui ne tardent pas à disparaître par suite de l'élévation de la température. Nous modérons le dégagement des vapeurs

---

[1] P. Genvresse, *Bull. Soc. chim.*, t. XI, p. 513.
[2] Tœhl et Eberhard, *Ber. der Deutschen chem. Gesellschaft*, t. XXVI, p. 2940.
[3] P. Genvresse, *Bull. Soc. chim*, t. IX, p. 508.

d'anhydride sulfurique de façon que la température ne dépasse pas environ 25°. Dans ces conditions, le paraxylène se transforme en une matière visqueuse, brun foncé. Lorsqu'en traitant un peu de cette matière par l'eau, on ne voit plus surnager de paraxylène, on peut regarder la réaction comme complète. Nous reprenons alors le produit par l'eau, et du liquide laiteux se sépare la sulfone cherchée. Nous la dissolvons dans l'alcool bouillant; la solution abandonne, par refroidissement, des cristaux ayant la forme d'aiguilles prismatiques, insolubles dans l'eau, solubles dans l'éther, le benzène, difficilement solubles dans l'éther de pétrole. Ils fondent à 141°-142°.

*Combustion.*

| | gr |
|---|---|
| Matière | 0,4352 |
| $H^2O$ | 0,2642 |
| $CO^2$ | 1,1035 |

soit, en centièmes,

| | Calculé. | Observé. |
|---|---|---|
| C | 70,0 | 69,3 |
| H | 6,5 | 6,7 |

» Le rendement est d'environ 9 pour 100 du paraxylène employé.

» *Sulfone de l'orthoxylène.* — Nous opérons comme dans le cas du paraxylène, cependant il est nécessaire ici de refroidir l'orthoxylène par un mélange réfrigérant, le rendement devenant très faible pour une trop grande élévation de température. Nous n'avons pas dépassé 30°. Il se forme encore une matière visqueuse brun foncé, presque solide qui, traitée par l'eau, donne un précipité floconneux et volumineux. Dissoute dans l'alcool bouillant, elle cristallise par refroidissement en paillettes brillantes, très légères, insolubles dans l'eau, très solubles dans le benzène, solubles dans l'éther, le chloroforme, difficilement solubles dans l'éther de pétrole. Elles fondent à 158°-159°.

*Combustion.*

| | gr |
|---|---|
| Matière | 0,2015 |
| $H^2O$ | 0,1153 |
| $CO^2$ | 0,512 |

soit, en centièmes,

| | Calculé. | Observé. |
|---|---|---|
| C | 70,0 | 69,2 |
| H | 6,5 | 6,3 |

» De l'existence des sulfones du paraxylène et de l'orthoxylène, et de ce que celles du métaxylène et du mésitylène n'ont pu être obtenues, nous croyons pouvoir conclure que, dans les sulfones aromatiques, le groupe $SO^2$ se place en position *méta*. La constitution des sulfones que nous avons

préparées doit donc être représentée par la formule

$$SO^2_{(3)}\begin{cases} C^6H^3\begin{cases}CH^3\\CH^3\end{cases} \\ C^6H^3\begin{cases}CH^3\\CH^3\end{cases}\end{cases}$$

» La sulfone de l'orthoxylène n'avait pas encore été obtenue. Nous nous occupons de l'étude des dérivés de ce corps et, en particulier, des sulfones des phtaléines ([1]). »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur le lobe céphalique des Euphrosines* ([2]). Note de M. **Émile-G. Racovitza**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Le lobe céphalique des *Amphinomiens*, dans sa plus grande complication, est pourvu des organes suivants : une antenne impaire, insérée près du bord postérieur; deux paires d'yeux, dont l'une est située en avant et l'autre en arrière de la base de cet appendice. Une paire d'antennes est située en avant de la paire d'yeux antérieurs. Du côté central, en avant de la bouche, se trouvent les deux lèvres et du côté dorsal, en arrière de l'antenne impaire, la caroncule. Les *antennes externes* (*auctorum*) sont des cirres tentaculaires de par leur innervation et Quatrefages (1865) soutient avec raison qu'elles doivent appartenir à un segment rudimentaire.

» Lorsqu'on étudie certaines séries de formes de la famille dont il est question, on peut constater deux tendances dans la modification de l'extrémité antérieure : 1° Les parapodes des trois ou quatre premiers segments se portent de plus en plus en avant, de sorte que leur axe tend à se placer dans le plan sagittal du corps; 2° la bouche et les lèvres se portent de plus en plus en arrière et la paire d'yeux antérieure avec les antennes paires tend à passer sur la face ventrale. Il est probable que la seconde tendance n'est que fonction de la première.

» Ces modifications se manifestent à un très haut degré chez les *Euphrosines*. Dans ce genre, la caroncule, l'antenne impaire et les yeux postérieurs sont restés dorsaux (ils ont même été légèrement repoussés en arrière) mais les yeux antérieurs et les antennes paires sont ventraux. Entre l'antenne impaire et les antennes paires se trouve un espace notable, occupé

(1) Travail fait au laboratoire de Chimie de la Faculté des Sciences de Besançon.

(2) Travail fait au laboratoire Arago (Banyuls-sur-Mer).

par la saillie terminale de l'extrémité antérieure, qui correspond au très petit intervalle séparant les appendices cités chez les autres Amphinomiens. Le premier segment chez l'Euphrosine étant normal, les cirres tentaculaires se montrent sous leur forme primitive de cirres parapodiaux.

» L'étude du cerveau non seulement justifie l'interprétation donnée au lobe céphalique des Euphrosines, mais permet en même temps de comprendre la véritable nature des appendices. Je considère avec Hatschek (1893) le cerveau des Polychètes, pourvus d'appendices céphaliques, comme formé de trois régions distinctes : le cerveau antérieur innervant les palpes; le cerveau moyen donnant des nerfs aux antennes, aux yeux et fournissant la majeure partie des fibres des connectifs; enfin le cerveau postérieur qui innerve l'organe nucal.

» Chez l'Euphrosine le cerveau subit la même déviation que le lobe céphalique. Le cerveau antérieur est ventral; il donne deux gros nerfs qui se rendent chacun à la lèvre correspondante. Ces organes, formés par des évaginations de la couche dermo-musculaire, sont donc des palpes. Ils ne peuvent être homologues aux coussinets buccaux des Euniciens comme le veut Ehlers (1887), mais sont homologues aux palpes de ces animaux comme aussi aux palpes des *Aphroditiens*.

» Le cerveau moyen est très allongé et très comprimé latéralement. Sa région moyenne, de dorsale, est devenue antérieure. De sa région antérieure, devenue ventrale, partent les connectifs qui effectuent tout leur parcours dans un plan horizontal et non plus ou moins vertical comme chez les autres Polychètes. De la même région naissent les nerfs des yeux antérieurs et ceux des antennes paires. Le nerf de l'antenne impairs et ceux des yeux postérieurs sont fournis par la région postérieure ici dorsale du cerveau moyen.

» Le cerveau postérieur, qui, chez cette forme, est franchement dorsal, prend un très grand développement; il donne deux gros nerfs qui se portent dans la caroncule. Ce dernier organe, mal interprété par Ehlers (1864), a été décrit dernièrement par Mac-Intosh (1894), mais cet auteur n'a pas reconnu sa véritable nature et il n'y a vu que des fibres. L'innervation montre cependant que la caroncule n'est rien autre chose que *l'organe nucal*. Elle est formée en effet par trois replis allongés de la paroi du corps. Un de ces replis est plus long et il est placé entre les deux autres; ses bords inférieurs sont unis aux bords internes des replis moyens. Des sillons vibratiles très marqués et parallèles parcourent toute la longueur des replis. Il y en a quatre sur le moyen et deux seulement sur les replis

latéraux. Deux des sillons vibratiles passent de la caroncule sur le lobe céphalique et s'étendent jusqu'aux antennes paires. Je décrirai ailleurs avec détail cette disposition. Je ne puis non plus m'étendre ici sur la structure histologique de la caroncule, qui du reste ne diffère pas fondamentalement de celle des mêmes organes chez d'autres Polychètes. Les trois replis indiqués plus haut sont tout à fait semblables aux ailerons occipitaux des *Amblyosyllis*, par exemple. Leur réunion en une seule masse ne fait que masquer l'état primitif représenté encore chez l'*Euphrosine triloba* Ehlers.

» Les organes glandulaires qui, d'après Mac-Intosh (1894), se trouvent de chaque côté de la caroncule ne sont que des amas de pigment déposés dans les lobes postérieurs du cerveau. De pareils amas se trouvent aussi le long des nerfs pédieux, et aussi chez d'autres Polychètes (chaîne ventrale des Eunices, par exemple). De véritables organes glandulaires existent cependant. Ce sont deux masses pyriformes constituées par des cellules glandulaires hypodermiques très allongées. Ces organes appartiennent aux palpes; car, si les corps des cellules sont situés en arrière du cerveau, leurs conduits débouchent à la surface des palpes.

» Dans le genre *Spinther*, les tendances signalées au commencement se sont réalisées bien plus complètement. Les parapodes du premier segment se sont soudés en avant du lobe céphalique. La caroncule a disparu comme les palpes et les antennes paires. Seule persiste l'antenne impaire des Amphinomiens avec ses quatre yeux à la base.

» La présence de quatre de ces organes à la face dorsale et à la base de l'antenne impaire indique clairement que les Spinthers ne peuvent être les descendants directs des Euphrosines. Ces deux genres sont deux branches distinctes du tronc des Amphinomiens. La tendance à la symétrie radiaire qui se manifeste dans les Spinthers comme dans les Euphrosines ne doit pas être attribuée à un rapport de filiation directe des deux formes. On doit l'expliquer par une évolution convergente provoquée par une vie presque aussi sédentaire que celle des animaux fixés. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur le développement du rein et de la cavité générale chez les Cirripèdes*. Note de M. A. GRUVEL, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Dans le travail que j'ai publié dans les *Archives de Zoologie expérimentale*, je disais, en parlant des rapports du rein et de la cavité générale

des Cirripèdes, qu'il n'y avait *aucune communication* entre les sacs rénaux et l'extérieur ou la cavité générale. J'avais en vue pour cela, comme dans tout mon travail, seulement les Cirripèdes adultes.

» Il était intéressant de savoir si une communication quelconque n'existait pas, à un certain moment du développement, entre le rein et la cavité générale. Ayant à ma disposition des larves et des exemplaires très jeunes de *Lepas pecturata*, recueillis au laboratoire Arago, j'ai pu faire quelques recherches sur ce sujet, et c'est le résultat de ces recherches que je vais brièvement exposer.

» Si l'on examine des séries de coupes transversales de larves et de jeunes *Lepas pecturata*, on peut voir comment se modifient les rapports réciproques du rein et de la cavité générale.

» Chez la larve Cypris, on trouve une toute petite cavité communiquant directement avec l'extérieur par une paire d'orifices situés sur les palpes de la lèvre inférieure, et qui représente évidemment la cavité générale, telle qu'on la retrouve chez l'adulte. Tout au fond de cette cavité, c'est-à-dire du côté opposé à l'ouverture extérieure, on remarque un petit amas de cellules, à peine différenciées, à lumière centrale étroite, c'est l'ébauche de la glande rénale.

» Au fur et à mesure que la cavité générale s'agrandit, la lumière de la glande rénale augmente de plus en plus, et chez de tout jeunes individus, à peine sortis de leur coque larvaire, il existe *une communication nette* entre la cavité générale et le rein. Puis, à mesure que l'animal grandit, les cellules rénales se différencient de plus en plus, et le sac se reforme complet, détruisant la communication qui avait un moment existé entre les deux cavités précités.

» Donc, à un certain moment de leur évolution, les Cirripèdes, ou tout au moins l'espèce que je viens d'étudier (et il n'y a pas de raison pour qu'il n'en soit pas de même chez les autres) possèdent une paire de véritables organes segmentaires, formés par une bande excrétrice à peine différenciée, il est vrai, mais communiquant directement avec l'extérieur.

» Les pseudo-reins d'accumulation que j'ai décrits chez l'adulte seraient donc, à cette période de la vie, de véritables organes d'élimination directe des produits excrémentitiels à l'extérieur.

» La cavité générale de l'adulte serait primitivement un simple canal excréteur, devenu pour ainsi dire passif par suite de l'oblitération des sacs rénaux, dont il élimine encore bien les produits à l'extérieur, mais d'une

façon tout à fait indirecte, à l'aide des échanges osmotiques incessants qui ont lieu entre la cavité générale et les reins de l'adulte.

» On sait que chez les Crustacés, généralement la glande du *test* s'ouvre sur la deuxième paire de mâchoires. En réalité, la position de l'orifice excréteur de cette glande varie énormément, non seulement dans les différents groupes, mais encore suivant les genres et les espèces.

» De plus, comme la terminologie des pièces buccales chez les Crustacés n'est, la plupart du temps, basée que sur des rapports de position et non sur le développement, je ne crois pas qu'il soit impossible de pouvoir homologuer d'une façon générale le rein larvaire vrai des Cirripèdes, pseudorein chez l'adulte, à la glande du test des autres Crustacés. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Des différences fonctionnelles entre le muscle normal et le muscle énervé.* Note de M. N. **Wedensky**, présentée par M. A. Chauveau.

« Depuis les recherches de Cl. Bernard sur le curare, la Physiologie dispose d'un excellent poison qui permet de paralyser la plaque terminale du nerf moteur et de mettre ainsi le muscle à l'abri des influences nerveuses. Celui-ci garde alors son irritabilité *directe*, tout en étant soustrait à l'irritabilité *indirecte*. Et, comme le tissu musculaire est moins excitable que le tissu nerveux, il est tout naturel que le muscle énervé par le curare présente une irritabilité moindre que le muscle qui a conservé son irritabilité indirecte.

» Cependant, l'interprétation classique de la manière d'agir de ce poison est contestée par quelques auteurs. C'est pourquoi il s'attache une certaine importance au fait qu'on peut amener la plaque terminale à l'état de suppression fonctionnelle par un procédé tout différent du précédent : l'excitation de la fibre nerveuse dont la plaque est la terminaison naturelle.

» J'ai montré ailleurs ([1]) que, lorsque le nerf moteur est animé par des excitations à la fois *fréquentes* et *fortes*, son muscle ne présente pas des

([1]) *Des corrélations entre l'irritation et l'activité fonctionnelle dans le tétanos*. Saint-Pétersbourg, 1886; en russe, avec un Résumé en allemand. Un exposé sommaire dans les *Archives de Physiologie*, 1891, p. 687; 1892, p. 50.

contractions tétaniques durables et intenses; au contraire, il se relâche bientôt plus ou moins complètement. Un tel relâchement du muscle ne résulte pas de quelque fatigue; car il suffit tout simplement de *diminuer*, par n'importe quel moyen, l'intensité (ou bien la fréquence) des excitations du nerf pour que le muscle exécute immédiatement des contractions très énergiques (irritation *optimum*), tandis que c'est justement par le retour de l'excitation forte et fréquente qu'on peut le ramener à l'état précédent de relâchement (irritation *pessimum*). Le relâchement n'est dû, dans ce cas, qu'à une espèce d'inhibition qui a lieu dans les plaques terminales. On peut démontrer, avec toute évidence, au moyen d'un courant témoin appliqué au muscle, que celui-ci ne retient alors que son irritabilité *directe*, c'est-à-dire l'irritabilité qui persiste aussi dans le muscle curarisé. Mais il suffit d'interrompre l'excitation *pessimum* du nerf pour que le muscle reprenne tout de suite son irritabilité normale.

» Il est bon de noter que la plaque terminale passe aussi bien à l'état de suppression fonctionnelle lorsqu'on porte l'irritation pessimum, au lieu du tronc nerveux, sur le muscle dans toute sa longueur. Cette circonstance nous fournit deux procédés, à l'aide desquels il est facile de reconnaître, dans tous les cas douteux, si nous avons affaire à un muscle normal ou à un muscle qui a perdu, par une raison quelconque, son irritabilité indirecte.

» *Premier procédé.* — Ayant donné à l'interrupteur du circuit primaire 100-200 vibrations par seconde, on fait traverser le muscle, dans toute sa longueur, par des courants induits, d'abord très faibles, puis graduellement rendus plus intenses. Si l'on a affaire à un muscle *normal*, on voit d'abord les contractions musculaires s'accroître en énergie, atteindre leur maximum (irritation *optimum*), ensuite diminuer de nouveau et donner place à un relâchement du muscle (irritation *pessimum*); quand on pousse l'intensité des courants encore plus loin, le muscle reprend ses contractions, d'abord faibles, puis de plus en plus fortes (excitation *directe*). Si l'on parcourt maintenant l'échelle de l'intensité des courants en sens inverse, on voit réapparaître les phénomènes musculaires aussi dans l'ordre inverse. Le muscle *curarisé* ne manifeste qu'un renforcement progressif de ses contractions à la suite du renforcement des courants appliqués et un affaiblissement graduel des contractions suivant l'affaiblissement de l'irritant.

» *Deuxième procédé.* — Si l'on applique au muscle normal simultanément avec l'irritation *pessimum* une autre irritation (courant induit peu fréquent), on voit l'action de cette dernière (tant qu'elle ne s'adresse pas à l'irritabilité directe) fortement déprimée; mais elle se manifeste aussitôt que l'irritation *pessimum* cesse. Si l'on fait l'expérience sur le muscle *curarisé*, on ne trouve, dans les mêmes conditions et toutes

autres, rien de pareil; sur ce muscle, les deux irritations s'ajoutent l'une à l'autre; jamais elles ne se suppriment.

» Ces procédés reposent tous les deux sur la propriété de la plaque terminale de tomber dans l'état d'inhibition sous l'influence des excitations fréquentes et fortes. Par cette propriété, la plaque terminale se rapproche des centres nerveux. Mais elle a encore une autre propriété qui la rapproche de ces centres : elle peut transformer le rythme des excitations fréquentes en un rythme plus lent. Si l'on applique au muscle normal des chocs induits d'une fréquence supérieure à 100 par seconde et qu'on l'explore avec un stéthoscope sensible, on perçoit d'abord dans le muscle un bruit ne présentant que peu de chocs sonores par seconde; au fur et à mesure que l'intensité de l'irritation devient plus forte, le bruit devient aussi de plus en plus serré pour passer enfin au son correspondant à l'irritant électrique, ou bien à un bruit semblable au bruit de la contraction normale (*Archives de Physiologie*, p. 61; 1891). Quand on fait la même expérience sur le muscle énervé (par le curare, la suppression de la circulation sur un animal à sang chaud) ou bien sur le nerf (étude des ondes d'excitation au moyen du téléphone), on ne trouve point des rythmes transformés ou bien l'on ne trouve qu'une trace de ce phénomène et sans une autre forme rythmique. C'est pourquoi l'examen du rythme musculaire pourrait servir comme troisième procédé différenciel pour les deux états du muscle.

» Or, il y a entre le muscle normal et le muscle curarisé des différences plus profondes que celles qui se traduisent par un degré différent de leur irritabilité : elles s'expriment par des différences dans leur fonctionnement. Dans mes recherches dernières, j'en ai trouvé encore une qui est aussi tout à fait tranchante : *le muscle normal est beaucoup plus excitable par le courant ascendant; le muscle énervé, tout au contraire, est plus susceptible pour le courant descendant.*

» Pour montrer combien est grande cette différence, je citerai l'exemple suivant : le muscle gastrocnémien de grenouille, isolé du corps, commence à réagir par ses secousses aux chocs induits d'ouverture quand l'écartement des bobines primaire et secondaire exprimé en centimètres de l'échelle du chariot est :

| | | Le muscle normal. | Le muscle curarisé. |
|---|---|---|---|
| Courant | ascendant | 19 | 11,5 |
| | descendant | 14 | 13 |

» J'ai obtenu des résultats pareils sur les muscles plus réguliers (couturier, demi-membraneux) et avec le courant constant comme excitant. En opérant sur les muscles minces comme le couturier, on peut faire souvent l'observation suivante : la réaction caractéristique pour le muscle normal tourne avec le temps en réaction opposée, c'est-à-dire le muscle devient plus excitable par les courants descendants. A partir de ce moment, les premier et deuxième procédés témoignent aussi que le muscle a perdu son irritabilité indirecte.

» Lorsqu'on envoie, sur le chat, les courants au moyen de deux épingles dont l'une est plantée dans le genou et l'autre dans le tendon d'Achille, et qu'on observe le muscle gastrocnémien, celui-ci accuse une irritabilité plus grande pour le courant ascendant. Si l'on supprime maintenant la circulation dans le train postérieur par la ligature de l'aorte, on constate au bout de près d'une heure que l'irritabilité tourne au profit du courant descendant; cela arrive au moment où le muscle cessé d'être excité par les courants appliqués immédiatement au nerf sciatique. Lorsqu'on rétablit ensuite la circulation, le courant ascendant regagne sa supériorité excitatrice en même temps que le tronc nerveux reprend son action sur le muscle.

» La différence relevée par moi est si constante qu'elle peut servir non seulement comme un signe différenciel entre le muscle normal et le muscle énervé, mais si besoin en était elle pourrait même à son tour servir à reconnaître la direction des courants, l'état du muscle soit curarisé soit normal étant donné. Que le muscle normal s'excite plus facilement par les courants ascendants, c'est assez compréhensible; en effet, on sait que l'onde d'excitation prend son origine sur le pôle négatif et dans ce cas c'est lui qui est plus rapproché de l'équateur nerveux, la partie la plus excitable du muscle. Mais, quant au muscle énervé, on pourrait s'attendre à ce que la direction des courants excitants y soit assez indifférente ou tout au plus d'une valeur accidentelle. Ce n'est pas là ce qu'on voit en réalité. Je me propose de revenir sur cette question dans une Note prochaine. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les rapports biologiques du* Cladochytrium viticolum *A. Prunet avec la vigne*. Note de M. **A. Prunet**, présentée par M. Chauveau.

« J'ai fait connaître l'organisation et le développement d'une Chytridinée jusqu'ici méconnue, le *Cladochytrium viticolum* A. Prunet, qui est, en réalité, l'un des parasites les plus répandus de la Vigne où il cause une maladie que j'ai appelée *chytridiose* et dont j'ai décrit les caractères extérieurs [1]. J'examinerai aujourd'hui les rapports biologiques du parasite avec son hôte, et je rechercherai les conséquences pratiques qu'on peut en tirer.

» L'évolution annuelle du *Cladochytrium viticolum* suit sensiblement celle de la Vigne elle-même. Pendant l'hiver, il est enkysté et, par suite, à l'état de vie latente, comme son hôte. Au printemps, les kystes donnent

[1] *Comptes rendus*, 1er octobre et 5 novembre 1894.

des zoospores qui entrent en germination, et bientôt les parties vivantes de la souche, les anciennes comme les nouvelles, sont progressivement envahies par un réseau extrêmement délicat de filaments mycéliens portant un nombre considérable de zoosporanges intracellulaires comme les filaments eux-mêmes.

» La répartition du parasite n'est pas uniforme, et sa densité n'est pas nécessairement la même dans tous les organes ou dans les diverses parties d'un organe donné. Ces variations permettent de comprendre celles que l'on observe dans la localisation des accidents propres à la maladie.

» A mesure que la saison s'avance, le mycélium et les zoosporanges se font rares, et les kystes apparaissent, toujours infiniment moins nombreux que les zoosporanges. Au printemps suivant, le cycle recommence.

» On s'explique maintenant que les traitements soufrés et cupriques aient été impuissants à enrayer la chytridiose et en particulier certaines de ses formes à accidents foliaires prédominants, telles que la brunissure et la Maladie pectique. Le parasite, en effet, ne venait pas de l'extérieur comme dans l'Oïdium, le Mildiou, le Black-Rot, mais de l'intérieur. On comprend aussi que la chytridiose se montre beaucoup plus indépendante que les autres maladies cryptogamiques des conditions d'exposition, d'humidité de l'air ou du sol, et que, par exemple, les longues périodes de sécheresse, si défavorables aux maladies cryptogamiques en général, soient souvent celles où elle sévit avec le plus d'intensité.

» Le *Cladochytrium viticolum* est un parasite vrai. Il ne se développe pas dans les parties mortes des souches, disparaît rapidement des tissus qu'il a tués, devient rare dans les souches mourantes, ne se rencontre qu'à l'état de kystes dans les souches mortes. C'est à cette raison qu'il faut attribuer sans doute l'échec de mes essais de culture en milieu artificiel.

» N'ayant pas eu à ma portée des ceps de vigne sûrement indemnes, j'ai inoculé le parasite fourni par une souche gravement atteinte de chytridiose, de la forme autrefois appelée *Anthracnose ponctuée,* à des ceps appartenant à l'un des carrés d'expériences de la station agronomique de Toulouse, qui ne présentaient aucune apparence extérieure de maladie, mais renfermaient cependant quelques zoosporanges. 11 sarments pris sur 11 ceps différents furent inoculés. Trois semaines après, c'est-à-dire à la fin d'août, 7 d'entre eux étaient atteints de brunissure, à l'exclusion de tous les autres sarments du carré. Ils présentaient, en outre, d'assez nombreuses ponctuations, et se montraient particulièrement riches en zoosporanges.

» La parenté de l'anthracnose ponctuée et de la brunissure, déjà indiquée par la communauté du parasite, se trouve ainsi confirmée. On voit

en outre que les souches fortement chytridiosées constituent un danger pour leurs voisines et l'on comprend que, dans une vigne tout entière contaminée, elles soient susceptibles de former des taches s'agrandissant progressivement. Enfin, il ressort de cette expérience que le parasite peut acquérir, dans certains cas, une virulence spéciale, ou qu'il représente une espèce à formes physiologiques multiples.

» Le *Cladochytrium viticolum* diffère profondément, par ses relations avec son hôte, des autres parasites de la Vigne et même de la plupart des Champignons parasites connus. Bien rares sont les exemples de pénétration générale et intime de l'hôte par le parasite, alors que l'hôte est vivant. Plus rares encore ceux où les mêmes tissus, et sans doute les mêmes cellules, renferment plusieurs années de suite des filaments mycéliens et des corps reproducteurs sans périr, ou même sans éprouver de modifications dans leur forme et leurs dimensions. C'est du parasitisme qui confine à la symbiose. Le parasite se nourrit sans doute uniquement des produits d'élaboration du protoplasma. Toutefois, les cellules et les massifs cellulaires, où il est particulièrement dense, peuvent être tués, et il en est de même des cellules où des zoospores deviennent libres; ce dernier fait est d'ailleurs moins fréquent qu'on ne pourrait le supposer, surtout au début de la maladie; beaucoup de zoosporanges, en effet, peuvent demeurer stériles, perdre leur contenu et dégénérer de diverses façons.

» Toutes les causes d'affaiblissement de la Vigne sont aggravées par la présence du *Cladochytrium,* qui peut alors s'attaquer au protoplasma, soit que ce dernier ne fournisse plus au parasite qu'une nourriture insuffisante, soit que sa force de résistance ait diminué. Certaines d'entre elles, comme les circonstances atmosphériques, échappent au viticulteur; d'autres, comme le greffage, lui sont imposées par l'existence du Phylloxera; mais il en est qu'il doit s'attacher à éviter afin de placer la Vigne dans les meilleures conditions de défense contre la maladie: résistance insuffisante au Phylloxera, mauvaise adaptation du porte-greffe au sol ou du greffon au porte-greffe, défaut d'acclimatation du greffon ou emploi d'un mode de culture non approprié, excès de production non compensé par des apports d'engrais.

» Si, malgré tout, la Vigne s'affaiblit et présente quelque forme grave de la chytridiose, il faudra rendre la taille plus sévère et avoir recours à des fumures énergiques.

» Le sulfate de fer s'étant montré efficace contre certaines formes de la chytridiose et, en particulier, contre les accidents chlorotiques, on devra

l'utiliser, à titre de médication complémentaire, contre toutes les formes de la maladie : 1° au pied des souches; 2° en badigeonnages d'automne après une taille préliminaire de nettoyage, d'hiver, après la taille définitive; 3° en pulvérisations de solutions faibles ($\frac{1}{2}$ à 1 pour 100) sur les feuilles, répétées au moins trois fois à partir du début de la végétation. Il sera, en outre, utile d'arracher et de brûler les souches fortement atteintes.

» Le *Cladochytrium viticolum* étant susceptible de produire des effets comparables à ceux du Phylloxera, ou de provoquer des accidents chlorotiques, tout au moins en terrain siliceux et argileux, on devra tenir le plus grand compte de ce facteur dans toutes les recherches sur la résistance des cépages au Phylloxera ou à la chlorose. »

GÉOGRAPHIE BOTANIQUE. — *Sur une Carte botanique détaillée de la France.* Note de M. Ch. Flahault, présentée par M. Dehérain.

« Il y a bientôt un siècle qu'A.-P. de Candolle projetait de condenser les renseignements fournis par les flores et de lier entre elles les observations faites sur une grande étendue de territoire. L'exécution de ce projet apparaissait à son auteur comme le lien nécessaire des faits accumulés par une masse d'observateurs; il était irréalisable à cette époque.

» Dans l'état actuel, il est rare que les études consacrées à la végétation d'un pays permettent de s'en faire une idée juste et d'en découvrir les traits principaux.

» Convaincu que la synthèse des observations floristiques s'impose, je me suis efforcé de lever les difficultés qui ont arrêté de Candolle. J'espère y avoir réussi; j'ai commencé à exécuter une Carte botanique détaillée de la France; le fragment que j'en ai dressé embrasse un territoire d'environ 48 000$^{kmq}$, à peu près la dixième partie de la surface de notre pays.

» Il a fallu pour cela dégager les caractères essentiels de la végétation en faisant abstraction des détails et des variations accidentelles. Je me suis convaincu, par un grand nombre de comparaisons, qu'on peut distinguer dans la végétation d'un pays des zones caractérisées par une espèce ou un petit nombre d'espèces; elles caractérisent les zones de végétation avec la même netteté que certains fossiles caractérisent les subdivisions admises par les géologues. On peut définir la zone des plantes littorales, celles du Chêne rouvre, du Chêne vert, du Châtaignier, du Hêtre, du Sapin, etc.,

avec la même rigueur que les assises à *Gryphea arcuata*, à *Micraster coranguinum*, à *Cerithium giganteum*. De même que deux assises peuvent être synchroniques malgré des variations dans la composition de la faune fossile, de même, la composition essentielle de la flore demeurant la même dans une même zone, il s'y manifeste pourtant des variations de détail en rapport avec des modifications secondaires dans le milieu topographique ou climatérique. La zone des plantes littorales, nettement caractérisée par un ensemble de plantes, n'est pas identique sur les rivages de la mer du Nord et sur les bords de la Méditerranée; la zone du Hêtre présentera des différences très appréciables, qu'on la considère dans les Cévennes, dans les Vosges ou sur les collines de Flandre. Les différences se manifestent par l'apparition ou la disparition d'un certain nombre d'espèces. Ces observations, appliquées avec la rigueur qu'elles comportent, permettent de tracer exactement sur des Cartes topographiques détaillées les lignes principales de la distribution des espèces, les zones de végétation. Ce procédé graphique a le précieux avantage de ne pas comporter de détails; il est forcément synthétique. Les faits secondaires, les variations locales, les particularités trouvent leur place, s'il y a lieu, dans une explication de la Carte.

» Dans certains cas pourtant, il n'est pas facile de dégager les caractères essentiels de la végétation; l'homme est intervenu pour la modifier. Des espèces ont été chassées depuis des siècles, par sa volonté ou sans qu'il en ait conscience. Il est nécessaire de connaître celles d'entre elles qui ont tenu une grande place dans la végétation originelle; l'exécution de la Carte est à ce prix. L'intérêt de cette recherche n'est pas, d'ailleurs, purement scientifique; des applications importantes en découlent. Il vaut donc la peine qu'on ne néglige aucun des moyens dont on dispose pour résoudre ces sortes de problèmes; les moyens sont multiples comme les problèmes sont variés. L'*observation directe* permet parfois de retrouver dans la nature des témoins jalonnant d'anciennes stations ou le domaine autrefois continu d'une espèce; *la linguistique* et *l'archéologie* donnent souvent de précieuses indications; on peut suivre aussi *l'expérience* poursuivie depuis le commencement du siècle par les forestiers, sur l'ensemble de notre territoire. La combinaison de ces différents moyens d'information m'a permis de reconnaître la composition des forêts qui couvraient jadis des massifs montagneux dépouillés maintenant de toute végétation, et d'en déterminer les diverses zones.

» La Carte botanique me paraît destinée à donner une précision qu'ils

n'ont pas eue jusqu'ici aux recherches sur l'origine actuelle ou paléontologique des espèces, sur les centres de développement et les migrations des flores, etc.

» On peut aussi, dès maintenant, tirer des applications importantes de ces observations. Elles me permettent de formuler des résultats encourageants pour ceux qui ont la mission de reconstituer nos forêts. J'ai pu déterminer, pour quelques exemples, par quel mécanisme la végétation détruite ou modifiée est susceptible de revenir à sa forme primitive. J'ai acquis la certitude que la végétation originelle tend à se reconstituer de préférence à toute autre; elle tend à se reconstituer lentement, méthodiquement, suivant une marche logique réglée par les conditions biologiques propres à chaque espèce; les espèces primitives disparues peuvent reconquérir leur place originelle, à la seule condition qu'on les mette dans les conditions qu'exige la nature de chacune d'elles. J'ai lieu de croire que ces espèces indigènes prmitives sont, dans la majorité des cas, les seules qui doivent persister, et que les essences étrangères, facilitant la reprise de possession du sol par la forêt, doivent être considérées comme purement transitoires.

» Les transformations qu'on a constatées dans la composition des forêts ne sont pas déterminées par une loi d'alternance, comme on l'a dit parfois. Toute espèce qui succombe disparaît parce que l'homme a méconnu les conditions nécessaires à son développement, à sa vie, à son maintien dans le milieu qui l'entoure. S'il fallait croire à une loi d'alternance, nons n'aurions qu'à subir ses effets et à observer, au profit de générations futures, la marche d'expériences exigeant plusieurs siècles. Nous ne sommes pas devant cette perspective décourageante. En fait, la nature tend à reprendre ses droits; l'homme n'a pas à la forcer; il n'a, pour corriger son œuvre ou réparer ses fautes, qu'à suivre simplement les indications qu'elle lui donne.

» En déterminant d'une manière aussi exacte que possible les limites naturelles des végétations spontanées, j'ai l'espoir d'indiquer, à ceux qui s'efforcent de sauver une partie de nos richesses nationales par le reboisement des montagnes, les espèces qui paraissent devoir, en fin de compte, occuper tel niveau, tel versant, repeupler telle région ou tel massif montagneux. Connaissant le but, ils pourront y tendre plus sûrement et préparer le succès définitif par des travaux transitoires bien appropriés.

» Dans un travail plus développé, actuellement à l'impression, je montrerai bientôt, en m'appuyant sur des exemples, que les études de géogra-

phie botanique peuvent, grâce aux Cartes détaillées, prétendre à un degré de précision qu'elles n'ont pas eu jusqu'à présent. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Sur un mode de déhiscence curieux du pollen de* Dolerophyllum, *genre fossile du terrain houiller supérieur.* Note de M. B. RENAULT, présentée par M. Dehérain.

« Les fructifications mâles des *Dolerophyllum* se présentent sous la forme de disques peltoïdes, épais, charnus, elliptiques, mesurant suivant la longueur $6^{cm}$ et $5^{cm}$ suivant la largeur; elles paraissent avoir été fixées un peu excentriquement sur un pédicelle assez robuste peut-être plongé dans l'eau, le disque seul flottant à la surface.

» Sur une coupe perpendiculaire au limbe on remarque de nombreuses logettes cylindriques, parallèles entre elles, garnies intérieurement d'un épiderme dont les cellules, peu épaisses, ont leur grande longueur dirigée suivant l'axe de la cavité. Le parenchyme qui entoure les logettes est constitué par des cellules rameuses présentant cinq à six prolongements qui s'unissent aux prolongements semblables des cellules voisines : le tissu qui en résulte est donc essentiellement lacuneux, et permettait au disque de rester à la surface de l'eau.

» Les logettes atteignent $18^{mm}$ à $20^{mm}$ de longueur sur $1^{mm}$ de diamètre; elles renferment de nombreux grains de forme ellipsoïdale, dont le grand axe mesure $460\mu$ et le petit $330\mu$ environ.

» Ce sont des grains de pollen différents des grains ordinaires, et que nous distinguerons sous le nom de *prépollinies :* ils se composent d'une intine *pluricellulaire,* on y compte huit à dix cellules, de grandeurs inégales, portant sur les faces en contact des épaississements irréguliers de forme et de disposition.

» L'exine est épaisse, coriace, finement chagrinée à la surface, et présente la particularité d'être parcourue par deux sillons longitudinaux, très accusés, suivant deux méridiens faisant entre eux un angle de $70^{\circ}$ environ; comme tous les grains portent ces deux plis on ne peut les regarder comme accidentels, ou une conséquence d'une dessiccation.

» Les parois de l'exine sont plus minces le long de ces deux lignes, il en résulte que beaucoup de grains sont déjà fendus même à l'intérieur des logettes.

» Les grains de pollen vivant présentent également des amincissements

de formes très variées, circulaire, elliptique, linéaire, etc., qui permettent la sortie du tube pollinique. Mais dans les grains en question la déhiscence paraît avoir été bien plus importante, car les deux sillons dont nous avons parlé, se rencontrant d'un côté, produisent une sorte d'opercule qui, en se détachant plus ou moins complètement, laisse une large ouverture béante. L'intine paraît être sortie tout *entière* de son enveloppe et ne pas avoir été seulement le point de départ d'un tube pollinique, comme on l'observe dans tous les grains de pollen appartenant aux plantes phanérogames actuelles.

» Ce fait, quelque bizarre qu'il paraisse, est confirmé par la présence, dans la chambre pollinique, de graines appartenant au genre *Ætheotesta*, d'enveloppes en tout semblables à ces intines.

» Nous possédons en effet une coupe mince, passant par la chambre pollinique et le canal micropylaire d'un *Ætheotesta elliptica*, qui, malgré son peu d'épaisseur, montre nettement *cinq* enveloppes ellipsoïdales distinctes, minces, pluricellulaires, mesurant 400µ et 310µ suivant le grand et le petit axe; on compte à l'intérieur 8 à 12 cellules dont les parois sont plissées ou munies d'épaississements irréguliers semblables à ceux de l'intine des grains de pollen des *Dolerophyllum;* il n'y a pas d'autre différence que l'absence complète d'exine.

» On ne peut attribuer cette absence au travail des nombreuses bactéries que l'on *voit* à l'intérieur et surtout en dehors de la chambre pollinique, car des grains de pollen de Cordaïtes qui se trouvent dans le voisinage sont restés intacts, ils ont conservé leur exine chagrinée et leur intine pluricellulaire.

» C'est donc avant de pénétrer dans la graine que cette disparition a eu lieu; du reste, le canal micropylaire du nucelle ne mesure que 200µ de diamètre intérieur, tandis que les prépollinies des *Dolerophyllum* atteignent 460µ.

» Le passage des grains munis de leur exine aurait été difficile dans ces conditions, quelle que soit l'élasticité que l'on veuille prêter à ce canal; débarrassés de leur exine, la traversée devenait au contraire relativement facile.

» Les grains quittaient les logettes, fissurés mais non ouverts. Il est possible que la déhiscence se soit effectuée à la sortie même, et que l'intine, déchargée de sa carapace, ait été transportée, seule, sur la graine; ou bien, que le grain tout entier, arrivé à l'extrémité micropylaire du testa, y fût retenu par le mucilage dont nous avons constaté la présence à l'ori-

fice du canal nucellaire (¹); là, après s'être entr'ouvert, l'intine seule était attirée dans la chambre pollinique.

» Quoi qu'il en soit, nous avons cru intéressant de faire connaître cette phase curieuse dans l'acte fécondateur du prothalle mâle de certain pollen fossile. »

M. E. Maumené adresse une Note « Sur la constitution des corps organiques ».

M. Henri Salomon adresse un Mémoire relatif à diverses questions de Météorologie et à l'origine des tremblements de terre.

M. Léopold Hugo adresse une Note « Sur la vision mentale, à l'occasion d'un frontispice de Fontenelle ».

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

---

## BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 24 décembre 1894.

*Journal de Mathématiques pures et appliquées*. Quatrième série, publiée par Camille Jordan, avec la collaboration de MM. M. Lévy, A. Mannheim, E. Picard, H. Poincaré, H. Resal. Tome X. Année 1894. Fasc. nº 4. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1894; 1 fasc. in-4°.

*Bulletin des Sciences mathématiques*, rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. Deuxième Série. Tome XVIII. Décembre 1894. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 fasc. in-8°.

(¹) Ce mucilage avait retenu un certain nombre de petits grains de pollen, mais aucune coque de prépollinies.

*Bulletin de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale,* publié sous la direction des Secrétaires de la Société, MM. Collignon et Aimé Girard. Paris, 1894; 1 fasc. in-4°.

*Minerais de manganèse analysés au Bureau d'essai de l'École des Mines, de* 1845 *à* 1893, par M. Adolphe Carnot, professeur à l'École nationale supérieure des Mines, directeur du Bureau d'essai. (Extrait des *Annales des Mines,* livraison d'août 1893.) Paris, V^ve Ch. Dunod. 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Haton de la Goupillière.)

*Analyses des minerais français exécutées au Bureau d'essai de l'École des Mines,* par M. Ad. Carnot, Inspecteur général des Mines, professeur à l'École nationale supérieure des Mines. (Extrait des *Annales des Mines,* livraison d'octobre 1894). Paris, V^ve Ch. Dunod et P. Vicq, 1894; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Haton de la Goupillière.)

Étude sur le *Bilharzia hæmatobia* et la Bilharziose, par MM. Lortet et Vialleton. Paris, G. Masson, 1894; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Marey.) (Renvoyé à la Section de Médecine et Chirurgie, pour le concours de 1895.)

*Société de Géographie. Comptes rendus des séances,* 1894. N^os 7, 8, 9, 10, 11, 15, 16 et 17. Paris, 1894; 5 fasc. in-8°.

*Viticulture moderne,* par M. G. de Dubor. Paris, Larousse, 1894; 1 vol. in-8°.

*L'Astronomie.* Revue mensuelle d'Astronomie populaire, de Météorologie, de Physique du globe et de Photographie céleste, publiée par Camille Flammarion. Décembre 1894. Paris, 1 fasc. in-8°.

*Annales de l'Institut national agronomique* (École supérieure d'Agriculture). N° 13. Paris, Berger-Levrault, 1894; 1 vol. gr. in-8°.

*Bulletin de l'Académie de Médecine.* Séance du 11 décembre 1894. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

*Publicazioni della Specola vaticana.* Volume IV. Torino, G. degli Artigianelli, 1894; 1 vol. in-4°.

*Memorie della Società degli Spettroscopisti italiani, raccolte e pubblicate per cura del Prof.* P. Tacchini. Roma, Bertero, 1894; 1 fasc. in-4°.

*Annual Report of the Board of regents of the Smithsonian Institution. Report of the U. S. National Museum* 1891 *and* 1892. Washington, 1893; 2 vol. gr. in-8°.

*Standard methods in Physics and Electricity criticised and a test for electric meters proposed,* by H. A. Nabes. London, 1894; 1 vol. in-8°.

*Wunderbare Traumerfüllungen als Inhalt des wirklichen Lebens. Ein Appell an die Wissenschaft* von Leopoldine Luksch. Leipzig, 1 vol. in-8°.

*Pithecantropus erectus eine menschenähnliche Uebergangsform aus Java*, von EUG. DUBOIS. Batavia, 1894; 1 vol. gr. in-4°.

---

## ERRATA.

(Séance du 10 décembre 1894.)

Note de M. *Hadamard*, Sur l'élimination :

Page 997, ligne 10, *au lieu de* Holet, *lisez* Holst.

Note de M. *Repelin*, Sur les calcaires à lithothamnium de la vallée du Chellif :

Page 1024, *rectifier* comme il suit la dernière ligne de cette Note : .... et de Mascara. Les grès de Teniet-el-Haad compris entre le Cartennien et le Suessonien doivent être rapportés à l'éocène supérieur et, d'autre part, les couches miocènes de Tiaret sont séparées de celles de Mascara par des dépôts suessoniens très importants dans la vallée de la Mina.

(Séance du 17 décembre 1894.)

Prix Montyon (Statistique) :

Pages 1069, 1073, 1074, 1075, *au lieu de* M. Émile Tastière, *lisez* M. Émile Tartière.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

---

SÉANCE DU LUNDI 31 DÉCEMBRE 1894,

PRÉSIDENCE DE M. LŒWY.

---

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE. — *Étude des graphites du fer.* Note de M. HENRI MOISSAN.

« Nous avons démontré qu'un grand nombre de métaux tels que l'aluminium, le platine, le chrome, l'uranium, le vanadium, etc., pouvaient dissoudre du carbone lorsque la température était suffisamment élevée, et l'abandonner ensuite à l'état de graphite.

» Nous avons étudié précédemment les graphites obtenus soit par la simple élévation de température d'une variété quelconque de carbone, soit par la dissolution du charbon dans des métaux très difficilement fusibles. Nous avons pensé qu'il était utile de joindre à ces premières recherches l'étude des différentes variétés de graphite produites par un même métal, dans des conditions différentes de température et de pression. A ce point de vue, le métal le plus important par ses applications étant le fer, c'est à lui que nous nous sommes adressé.

» *Graphite de la fonte de fer.* — Le point de fusion de la fonte grise étant voisin de 1150°, le graphite que nous avons étudié et qui provient d'une fonte grise de Saint-Chamond a donc été formé aux environs de cette température. Le mélange de carbone amorphe et de graphite provenant de cette fonte attaquée par le chlore au rouge sombre a été traité plusieurs fois par l'acide azotique fumant, puis par l'acide fluorhydrique. Le graphite restant après lavage et dessiccation possède les propriétés suivantes : sa densité est de 2,17; il brûle dans l'oxygène à une température de 670°; il se présente en très petits cristaux groupés, possédant des pointements hexagonaux très nets et des masses irrégulières brillantes à cassures bien vives. Sa couleur tire un peu sur le gris. Traité par le mélange d'acide azotique monohydraté et de chlorate de potassium, il donne, dès la deuxième attaque et complètement à la troisième, un oxyde graphitique vert assez bien cristallisé. Si l'on emploie, ainsi que nous l'avons indiqué précédemment, l'acide azotique concentré et si l'on évite avec soin l'humidité, il se forme à la première attaque un oxyde graphitique vert clair, qui devient jaune à la deuxième.

» Dans une autre série d'expériences, nous avons isolé le carbone, en attaquant la même fonte par un mélange d'acide chlorhydrique additionné d'une petite quantité d'acide azotique. Ce dernier corps servait à amener le fer à l'état de chlorure ferrique très soluble dans les acides étendus. Ce traitement détruit la majeure partie du carbone amorphe. Le résidu lavé et séché est traité à plusieurs reprises par l'acide azotique fumant. Le graphite obtenu, pour le débarrasser des matières minérales qu'il renferme encore, est traité d'abord par l'acide fluorhydrique puis par l'acide sulfurique bouillant. Dans ces conditions, il reste un composé qui présente bien l'aspect du graphite, mais qui ne renferme plus que 80 à 85 pour 100 de carbone, 1,30 de cendres et 0,15 d'hydrogène. La teneur en hydrogène a varié de 0,15 à 0,80 pour 100 [1]. Comme ce graphite a été porté au rouge sombre au moment même du dosage, tout me porte à croire qu'il s'est formé, pendant les attaques par les acides, un corps complexe contenant du carbone, de l'hydrogène, de l'oxygène et même de l'azote, corps assez stable pour résister à la température de 400°.

» Il nous semble important de tenir compte de la formation de ces com-

---

[1] Ce graphite renfermait de l'azote que la chaux sodée transformait en ammoniaque et qui apparaissait sous forme de vapeurs rutilantes dans la combustion par l'oxygène.

posés dans l'étude des graphites des métaux. Ils paraissent formés par hydrogénation, puis par oxydation du carbure de fer. Ils viennent s'ajouter à ceux obtenus par M. Eggertz dans l'action de l'eau iodée sur la fonte et par MM. Schützenberger et Bourgeois en traitant une fonte blanche par une solution de sulfate de cuivre (¹).

» *Graphite de la fonte fortement chauffée.* — Nous avons placé du fer doux de très bonne qualité dans un creuset de charbon en présence d'un excès de charbon de sucre. Le tout a été soumis dans le four électrique à l'action d'un arc de 2000 ampères et de 60 volts. L'expérience a duré dix minutes. Dans ces conditions, le fer dissout des quantités de carbone assez grandes, perd sa liquidité et prend l'état pâteux. Nous avons reconnu, avec étonnement, qu'à cette température élevée le creuset pouvait être retourné sans que le métal s'écoulât. En laissant refroidir la masse à l'abri de l'air, on trouve au fond du creuset une fonte cassante recouverte de très beaux cristaux de graphite pouvant atteindre plusieurs millimètres de diamètre. On rencontre à la surface du métal quelques fragments qui ne contiennent plus que très peu de fer et qui sont formés par un amas de cristaux de graphite. A cette haute température, une portion du métal a même été volatilisée.

» Le culot métallique a été attaqué par le chlore au rouge sombre et le résidu a été traité ensuite par l'acide azotique fumant pour détruire le carbone amorphe s'il en existait.

» Ce graphite se présente surtout en cristaux volumineux, brillants, d'une belle couleur noire, souvent très réguliers. On rencontre aussi quelques amas de cristaux très petits formant une espèce de feutrage et qui paraissent résulter de la condensation de la vapeur de carbone. Ce graphite a une densité de 2,18, il brûle dans l'oxygène à une température voisine de 650°; il renferme 99,15 de carbone et ne contient plus que 0,17 de cendres et 0,28 d'hydrogène. Il est donc beaucoup plus pur que le graphite de la fonte ordinaire et il ne paraît contenir qu'une très petite quantité de ces composés hydrogénés complexes qui se rencontrent toujours dans les graphites des fontes ordinaires traités par les acides étendus.

» Ce graphite, ayant été porté à une température très élevée, va nous présenter, au contact du mélange oxydant, une stabilité très grande. La

(¹) *Recherches sur le carbone de la fonte blanche,* par MM. Schützenberger et Bourgeois. (*Comptes rendus,* t. LXXX, p. 911.)

première et la deuxième attaque ne produisent aucun effet; à la troisième seulement, il commence à se produire un oxyde graphitique incolore ou très légèrement teinté ayant l'apparence d'un verre enfumé. Cet oxyde graphitique se présente en hexagones réguliers. Avec l'acide concentré, il faut aller jusqu'à la quatrième attaque pour avoir une transformation complète en oxyde graphitique jaune.

» Ces deux expériences nous démontrent donc nettement que la résistance du graphite du fer aux agents oxydants est fonction de la température à laquelle il a été porté.

» *Graphite de la fonte refroidie dans l'eau.* — Pour faire intervenir la pression dans la préparation du graphite, nous avons employé l'artifice qui nous a servi à comprimer fortement le carbone dans le fer liquide; nous avons brusquement refroidi nos culots de fonte en fusion dans l'eau froide.

» Après un traitement au chlore, identique à celui que nous avons décrit précédemment, il est resté un graphite brillant, de belle couleur noire, et dont la forme était toute différente des autres graphites. Il se présente en cristaux trapus dont les angles sont souvent émoussés et en masses irrégulières, dont la forme arrondie semble indiquer un commencement de fusion. Sa densité est de 2,16; il brûle dans l'oxygène à 660° et il donne à l'analyse les chiffres suivants :

Cendres........ 1,29 Hydrogène...... 0,64

» Traité par le mélange oxydant ordinaire, il ne commence à se transformer en oxyde graphitique qu'à la troisième attaque. Avec l'acide nitrique concentré, il faut quatre attaques pour arriver à l'oxyde graphitique jaune cristallisé.

» *Graphite produit par l'action du silicium sur la fonte.* — Dans les expériences précédentes, on ne s'était adressé pour préparer le graphite qu'à la solubilité du carbone dans le fer. J'ai tenu à examiner le graphite produit par une réaction chimique et j'ai chassé pour cela le carbone combiné au fer dans une fonte par du silicium.

» Le détail de cette préparation a été donné dans une Note précédente ayant pour titre : « Déplacement du carbone par le bore et le silicium dans » la fonte en fusion ».

» Le graphite ainsi obtenu est d'une belle couleur noire en cristaux souvent très réguliers. Sa densité est de 2,20. Il a donné à l'analyse : carbone 98,82; cendres 0,85; hydrogène 0,20.

» Il s'attaque avec facilité par le mélange oxydant et, dès la première

attaque par l'acide azotique ordinaire, on voit le graphite s'entr'ouvrir et donner, sur les bords, quelques fragments d'oxyde graphitique. Dès la troisième attaque, la transformation est presque complète : l'oxyde graphitique jaune-verdâtre est doué d'un bel éclat, et ses cristaux ont conservé d'une façon remarquable l'aspect primitif du graphite.

» Avec l'acide nitrique concentré, la transformation en oxyde graphitique jaune, cristallisé, est complète dès la troisième attaque.

» *Présence de l'hydrogène dans les différents graphites.* — Tous les graphites que nous avons étudiés jusqu'ici renferment de l'hydrogène.

» Cet hydrogène peut provenir, soit d'un phénomène physique : condensation du gaz hydrogène dans le graphite ([1]); soit d'un phénomène chimique : hydrogénation du carbure de fer ou de certaines variétés de carbone amorphe contenues dans la fonte.

» Pour bien établir que cet hydrogène ne préexiste pas dans le graphite, nous avons fait l'expérience suivante. Un culot de fer saturé de carbone sous l'action d'un arc de 2200 ampères et 60 volts est abandonné à lui-même à l'abri de l'air. Par le refroidissement le culot métallique se recouvre d'une notable quantité de graphite. Ce dernier corps est recueilli et, sans être séparé des petits fragments ou petits globules de fonte qu'il peut contenir, sans être traité par aucun réactif, on en prend dans une nacelle une petite quantité que l'on chauffe dix heures dans le vide, à une température de 500°. Lorsque l'appareil est encore à 200°, on laisse rentrer de l'air sec, puis on pèse dans un tube rodé et finalement on place la nacelle, encore chaude, dans l'appareil à combustion venant de servir à une expérience à blanc. Dans ces conditions, la combustion de 0,076 de graphite dans l'oxygène ne donne qu'une augmentation de poids du tube à eau de $1^{mgr}$, ce qui ne correspondrait qu'à 0,014 d'hydrogène, quantité qui nous paraît être de l'ordre des erreurs d'expérience.

» *Conclusions.* — Si l'on étudie les conditions de formation du graphite dans un même métal, le fer, en faisant varier la température et la pression, on obtient les résultats suivants :

» 1° A la pression ordinaire, le graphite est d'autant plus pur qu'il est formé à une température plus élevée.

» 2° Ce graphite est d'autant plus stable en présence d'acide nitrique

---

([1]) M. Cailletet a démontré depuis longtemps, par des expériences délicates (*Comptes rendus*, t. LXI, p. 850), que les fontes en fusion dissolvaient une notable quantité de gaz hydrogène.

et de chlorate de potassium qu'il a été produit à plus haute température.

» 3° Sous l'influence de la pression, les cristaux et les masses de graphite prennent l'aspect d'une matière fondue.

» 4° La petite quantité d'hydrogène que renferment toujours les graphites diminue nettement à mesure que leur pureté augmente. Un graphite qui n'est traité par aucun réactif, et qui est chauffé au préalable dans le vide, ne fournit plus d'eau par sa combustion dans l'oxygène.

» 5° Il se produit dans l'attaque de la fonte par les acides des composés hydrogénés et oxygénés qui résistent à la température du rouge sombre, et qui, comme le graphite, se détruisent par la combustion. »

## NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, pour la Section de Minéralogie, en remplacement de M. *Kokscharow*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 39,

| | | |
|---|---|---|
| M. Richthofen obtient | 33 | suffrages |
| M. Rütimeyer » | 3 | » |
| M. Tschermac » | 2 | » |

Il y a un bulletin blanc.

M. **Richthofen**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

## RAPPORTS.

*Rapport sur un Mémoire de M.* Riquier « *Sur l'existence des intégrales dans un système différentiel quelconque et sur la réduction d'un semblable système à une forme linéaire et complètement intégrable du premier ordre* ».

(Commissaires : MM. Darboux, Appell; Picard, rapporteur.)

« La démonstration de l'existence des intégrales d'un système d'équations aux dérivées partielles a fait déjà l'objet de bien des recherches. Cauchy, le premier, parvint sur ce point à des résultats rigoureusement établis, Le grand géomètre désignait la méthode à l'aide de laquelle il démontrait

la convergence des développements obtenus sous le nom de *Calcul des limites*, et on la désigne plus souvent aujourd'hui sous le nom de *Méthode des fonctions majorantes;* elle a été suivie par presque tous les analystes qui se sont occupés, après Cauchy, de ce genre de question. Malgré un grand nombre de travaux, qu'il serait trop long de citer, une difficulté subsistait cependant dans cette théorie. On avait considéré des types de plus en plus étendus de systèmes d'équations aux dérivées partielles, mais le cas le plus général n'avait pas été abordé. Une question importante se présente en effet tout d'abord, et, quoique ce soit une question de Calcul différentiel plutôt que de Calcul intégral, elle ne laisse pas que d'être délicate; je veux parler de la réduction du système à une forme complètement intégrable. Dans le travail qu'il vient de présenter à l'Académie, M. Riquier est arrivé par une analyse très ingénieuse à surmonter les difficultés qui avaient arrêté ses devanciers, et a pu ainsi dire le dernier mot sur cette question fondamentale. Nous pensons donc que son Mémoire, d'une rédaction d'ailleurs fort soignée, est très digne d'être imprimé dans le *Recueil des Mémoires des Savants étrangers*, et nous demandons à l'Académie d'ordonner cette insertion. »

Les conclusions de ce Rapport sont mises aux voix et approuvées.

## CORRESPONDANCE.

MM. **A. Behal** et **E. Choay**, **Freundler**, **N. Hallé**, **Javelle**, **Leblond**, **P. Painlevé**, **É. Rivière**, **Thiroloix**, **R. Varet** adressent des remercîments à l'Académie pour les distinctions accordées à leurs travaux.

M. **V. Damato** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à une place de Correspondant, pour la Section de Médecine et Chirurgie.

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie que M. *Stieltjes*, dont elle avait distingué et couronné les travaux mathématiques, s'est éteint dans la nuit du 30 au 31 décembre 1894.

ASTRONOMIE. — *Sur la vitesse radiale de ζ Hercule.* Note de M. H. Deslandres.

« M. Belopolsky, qui a organisé à l'observatoire de Poulkovo la recherche des vitesses radiales avec le grand réfracteur de $0^m,75$, a annoncé récemment (*Astronomy and Astrophysics,* février 1894) que l'étoile ζ Hercule (gr. 3,1) avait un mouvement considérable par rapport au Soleil. La vitesse radiale, mesurée sur les épreuves obtenues du 18 mai au 14 juin 1893, varie de $-84^{km}$ à $-64^{km}$, et a une valeur moyenne de $-70^{km}$, qui est exceptionnelle, eu égard aux résultats donnés par les autres étoiles (¹).

» Or, l'observation de la même étoile faite à Paris le 3 août 1893, avec le grand télescope, confirme le résultat de M. Belopolsky. L'épreuve qui a été obtenue avec le concours de mon assistant M. Millochau a été relevée récemment, les travaux de ce genre étant, pour des raisons faciles à comprendre, réservés pour la période d'hiver. La mesure du déplacement a été faite avec un micromètre fixé à l'oculaire d'un microscope; elle est résumée dans le Tableau ci-contre, qui donne, pour six raies de l'hydrogène et du fer comparées directement dans l'étoile et la source de comparaison, les vitesses obtenues séparément par M. Millochau et par moi-même.

| Longueurs d'onde. | Vitesses correspondant à 1 tour de vis. | Vitesses Étoile M. | Vitesses Étoile D. | Poids. |
|---|---|---|---|---|
| | km | | | |
| 441 Fe..... | 152,2 | 45,6 | 42,6 | 3 |
| 440 Fe..... | 150,7 | 45,21 | 42,20 | 4 |
| 438 Fe..... | 147,0 | 47,23 | 44,28 | 2 |
| 434 H...... | 141,27 | 44,14 | 45,91 | 1 |
| 432 Fe..... | 139,15 | 47,31 | 45,92 | 2 |
| 427 Fe..... | 131,65 | 51,34 | 46,07 | 1 |
| Moyenne........... | | −46,33 | −43,77 | |
| Vitesse de la Terre... | | −16,64 | −16,64 | |
| Résultat............ | | −62,97 | −60,41 | |

» Le spectre de l'étoile (²), qui appartient à la classe II*a* de M. Vogel,

(¹) On peut remarquer que le mouvement propre du Soleil explique en partie cette grande vitesse.

(²) Les raies plus réfrangibles que 427 sont trop faibles pour se prêter à une mesure. Cependant, la pose de l'étoile a été de $1^h 35^m$ par temps assez beau; à Poulkovo, par contre, une pose d'une heure a suffi par temps brumeux. De même, avec l'étoile

contient les raies ordinaires du spectre solaire; mais la raie de l'hydrogène $\lambda$ 434, qui est simple sur les épreuves solaires obtenues avec le même spectroscope, apparaît assez nettement double dans l'étoile; et, en fait, la mesure précédente a été faite seulement sur la composante la plus réfrangible. Ce fait, qui semble annoncer une étoile double spectroscopique ou une anomalie spéciale, a une faible valeur, puisqu'il est observé sur une seule épreuve; il est présenté comme une simple indication.

» Mais, au seul point de vue de l'étude des déplacements, l'épreuve offre des particularités intéressantes. Le spectre de l'étoile [1], haut de $0^{mm},8$ environ, est encastré entre deux spectres de comparaison, qui lui sont juxtaposés, et comprennent chacun les raies du fer et de l'hydrogène. Ces deux spectres sont photographiés sans que l'observateur, qui est placé à $8^{m}$ du spectroscope, à l'extrémité opposée du télescope, change sa position qui est la seule possible avec cet instrument spécial (*Comptes rendus*, novembre 1892). A cet effet, au milieu de la pose de l'étoile, et à l'aide d'une transmission simple par air comprimé, l'observateur déplace un petit diaphragme qui vient recouvrir la partie de la fente collimatrice sur laquelle on fait courir l'étoile; puis, par une transmission analogue, on place devant la fente un prisme à réflexion totale, qui permet de projeter les images d'étincelles de fer et d'hydrogène débordant le diaphragme.

» Cette disposition des deux spectres de comparaison au-dessus et au-dessous du spectre de l'étoile est employée depuis 1892 et est très avantageuse pour les mesures; elle permet de bien orienter les fils du micromètre et d'éviter les erreurs dues à l'astigmatisme des raies spectrales.

» De plus, contrairement à la méthode suivie par MM. Vogel et Belopolsky, les faisceaux des sources de comparaison ont, dans le collimateur, la même ouverture que le faisceau de l'étoile; car il nous a semblé dès le début, et il nous semble encore que, pour comparer exactement les deux lumières, il convient de les placer dans des conditions aussi identiques que possible. Même, pour réaliser mieux ce desideratum, les deux lumières

---

$\beta$ Eyre, le spectre vient très faible, avec le grand réflecteur de $1^{m},20$ et une pose de deux heures, alors qu'une heure de pose le donne net avec le réfracteur de $0^{m},75$. C'est que la grande ouverture ne suffit pas. La qualité des surfaces optiques, qui influe sur la proportion des rayons entrant par la fente et la rigidité de la monture qui assure la fixité de l'image sur la fente, sont, en effet, des facteurs importants.

(1) L'étoile $\zeta$ Hercule est double, mais son compagnon est de grandeur $6\frac{1}{2}$ et paraît trop faible pour agir sur la plaque. La possibilité d'un dédoublement s'applique à l'étoile principale.

sont examinées avec une lunette auxiliaire et disposées de manière à avoir la même netteté sur la fente.

» Enfin, une cause importante de trouble dans ces recherches est la variation de température qui produit un déplacement supplémentaire des raies de l'étoile; c'est pour y remédier que le spectre de comparaison est photographié au milieu de la pose. Mais, comme les variations de température, dans les deux moitiés de la pose, sont souvent inégales, j'emploie une méthode simple de correction, qui accroît notablement la précision de la mesure et qui doit être signalée. A l'aide d'un diaphragme spécial sur la fente, je juxtapose sur une extrémité de cette fente trois sources de comparaison fournies par une seconde étincelle de fer et placées bout à bout, les étincelles étant projetées sur la fente au commencement, au milieu et à la fin de la pose. L'examen de ces trois spectres, appelés *spectres témoins*, permet de reconnaître et de corriger les déplacements dus à la température, aux flexions et, en général, à toutes les causes autres que le mouvement réel de l'étoile.

» Avec les longues poses, les spectres témoins sont nécessaires; si l'on veut assurer aussi la netteté des raies, il faut les compléter par un dispositif qui diminue les écarts de température; les résultats obtenus dans cette direction seront exposés prochainement. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la détermination du nombre des racines communes à un système d'équations simultanées et sur le calcul de la somme des valeurs d'une fonction en ces points;* par M. **Walther Dyck**. (Extrait d'une lettre adressée à M. Picard.)

« Dans ses recherches *Ueber Systeme von Functionen mehrer Variabeln,* Kronecker a donné une généralisation des deux théorèmes fondamentaux de Cauchy qui se rapportent à la détermination du nombre des racines d'une fonction d'une variable complexe et au calcul de la somme des valeurs d'une seconde fonction en ces points.

» Je rappelle rapidement les formules de Kronecker auxquelles je me rapporterai tout à l'heure, et je les écris ici, pour être bref, seulement avec deux variables.

» Soient $\varphi$, $\psi$, L des fonctions réelles des variables réelles $z_1$, $z_2$ continues et monodromes dans le domaine $L < 0$, $L = 0$, que nous supposons fini. Soit D le déterminant fonctionnel de $\varphi$ et de $\psi$ qui ne soit pas nul pour les racines considérées $\varphi = 0$, $\psi = 0$; d'ailleurs soit $\mathcal{F}$ une fonction

des $z_1$, $z_2$, uniforme dans le domaine $L \leqq 0$; par $(\zeta_1, \zeta_2)_i$ ou, brièvement par $(\zeta)_i$ soit désigné un point racine à l'intérieur du domaine $L < 0$.

» Alors Kronecker a donné les deux théorèmes suivants comme généralisation des théorèmes correspondants de Cauchy (*Monatsberichte der Berliner Akademie*, März 1869, p. 169 et 175)

$$\text{I.}\quad -\frac{1}{2\pi}\int_{L=0}\frac{1}{\varphi^2+\psi^2}[(\varphi\psi_1-\psi\varphi_1)\,dz_1+(\varphi\psi_2-\psi\varphi_2)\,dz_1]=\sum_{\zeta_i}(\operatorname{sign}D.1);$$

$$\text{II.}\quad \left\{\begin{aligned}&\frac{1}{2\pi}\left\{\int_{L<0}\frac{1}{\varphi^2+\psi^2}\begin{vmatrix}0 & \mathfrak{F}_1 & \mathfrak{F}_2\\ \varphi & \varphi_1 & \varphi_2\\ \psi & \psi_1 & \psi_2\end{vmatrix}dz_1\,dz_2\right.\\ &\qquad -\int_{L=0}\frac{\mathfrak{F}}{\varphi^2+\psi^2}[(\varphi\psi_1-\psi\varphi_1)\,dz_1+(\varphi\psi_2-\psi\varphi_2)\,dz_2]\\ &\qquad\qquad\left.=\sum_{\zeta_i}(\operatorname{sign}D.\mathfrak{F})\right\}.\end{aligned}\right.$$

» Par signD est indiqué ici le signe du déterminant D, et les sommes se rapportent à tous les points $(\zeta)_i$ dans le domaine $L < 0$.

» L'expression (I) donne ainsi la somme algébrique du nombre des points racines de $\varphi = 0$ et de $\psi = 0$; de même l'expression (II), la somme algébrique des valeurs de la fonction $\mathfrak{F}$ dans ces mêmes points, ces sommes étant prises d'après le signD. Quand $\varphi$ et $\psi$ sont les deux parties d'une fonction d'une variable complexe, les théorèmes deviennent immédiatement, à cause de

$$\operatorname{sign}D.1 = +1,$$

les théorèmes pour le *nombre* des racines et pour la *somme des valeurs de la fonction* $\mathfrak{F}$.

» En employant deux fois la formule (I) pour deux chemins d'intégration, $LD = 0$ et $D = 0$ (où l'on peut remplacer l'intégration par des intégrations le long du contour $L = 0$ et le long du contour $D = 0$ *à l'intérieur* de L), Kronecker parvient à la détermination du nombre des racines aussi dans le cas général (voir *Monatsberichte*, p. 165 et 170, 1869; *Comptes rendus*, t. CXIII, p. 1006; décembre 1891).

» C'est M. Picard qui a donné [dans deux Notes du 7 septembre et 12 novembre 1891, insérées dans les *Comptes rendus*, t. CXIII, et dans un Mémoire *Sur le nombre des racines communes à plusieurs équations simultanées* (*Journal de Liouville*, série IV, t. VIII, p. 5; *voir* aussi son *Traité d'Anayse*, t. II, Chap. VII)] une détermination du *nombre* des racines communes

à un système d'équations au moyen d'intégrales qui ne se rapportent qu'au contour $L = 0$ et au domaine $L < 0$.

» Quoique je ne puisse partager l'opinion de M. Picard, qui ne veut pas reconnaître ([1]) comme une solution de la question la détermination de Kronecker (Mémoire cité, p. 6), la solution de M. Picard est fort satisfaisante sans doute, parce qu'elle ne contient que des intégrales étendues le long de $L = 0$ et à $L < 0$, la limite donnée, et ne nécessite aucune intégrale de long de $D = 0$, ce que fait ressortir avec raison M. Picard dans les remarques qu'il ajoute à la Communication de Kronecker (*Comptes rendus*, t. CXIII, p. 1014; 28 décembre 1891).

» Cependant, dans la *déduction* de ses intégrales, M. Picard introduit un élément étranger à la question, parce qu'il emploie un espace d'une dimension de plus pour y regarder la formule I de Kronecker pour un système particulier de fonctions (pour le cas de deux variables, le système des fonctions $\varphi$, $\psi$, $z_3$. D dans l'espace des $z_1$, $z_2$, $z_3$).

» Je vais montrer qu'on peut éviter cela, si l'on ne fait pas usage de la formule I de Kronecker, mais de sa *formule II*.

» *En effet, c'est l'expression II, formée de deux intégrales étendues aux domaines* $L < 0$ *et* $L = 0$ *qui est le fondement de la formule de M. Picard et en même temps des généralisations suivantes qui se rapportent autant au problème du* nombre *des racines qu'au* problème de la somme des valeurs *d'une fonction en ces points.*

» En remarquant que *l'on peut former*, et encore d'une infinité de manières, *une expression analytique qui devient* $\pm 1$ *dans les points* $(\zeta)_i$ *selon le signe d'une fonction donnée*, on n'a qu'à substituer une telle expression se rapportant au déterminant fonctionnel D à la place de la fonction $\mathfrak{F}$ dans la formule II de Kronecker pour exprimer le nombre des points $(\zeta)_i$ par des intégrales pris sur $L < 0$ et le long de $L = 0$. Maintenant, pour les points $(\zeta)_i$, $\varphi = 0$, $\psi = 0$ l'expression

$$(a_1) \qquad \frac{D\varepsilon}{\sqrt{\varphi^2 + \psi^2 + D^2\varepsilon^2}}$$

---

([1]) J'ai toujours reconnu la grande importance des travaux de Kronecker dans cette théorie; mais je pense encore, comme il y a trois ans, qu'il n'a pas donné une solution entièrement satisfaisante et définitive de la question. Il me semble que la belle Communication de M. Walther Dyck vient encore à l'appui de cette opinion; l'éminent géomètre de Munich retrouve le résultat que j'ai obtenu, en partant de la formule (II), tandis que mon point de départ était une formule analogue à (I). On peut, sans doute, prétendre que ce résultat était virtuellement dans les formules de Kronecker, mais le point intéressant était de le donner explicitement. (*Note de M. Émile Picard.*)

($\varepsilon$ étant un nombre quelconque réel) a la valeur sign D. 1. En substituant cette expression au lieu de $\mathfrak{I}$ dans la formule II on parvient au nombre cherché de points. *L'expression ainsi obtenue est précisément celle de M. Picard*, ce qui met en évidence le rapport qui existe entre les formules de M. Picard et celles de Kronecker.

» Je montrerai, dans une autre Communication, comment la même méthode permet de résoudre d'autres questions. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la résolution des équations numériques au moyen des suites récurrentes*. Note de M. **R. Perrin**, présentée par M. Jordan.

« L'application de la méthode indiquée dans ma précédente Communication est notablement simplifiée par les remarques suivantes :

» 1° Il n'est besoin de calculer tous les termes, jusqu'à une valeur absolue suffisamment grande de $n$, que pour la première suite U; avec les termes les plus éloignés ainsi calculés, on formera directement les quelques termes de chaque suite dérivée qu'il est utile de connaître pour vérifier s'il existe une limite $v$ et quelle en est la valeur.

» 2° Le calcul des termes des suites dérivées étant d'autant plus laborieux que leur rang est plus élevé, il sera avantageux de s'assurer tout d'abord, en calculant $u_0$, $u'_0$, $u''_0$, ..., du nombre exact $p$ des racines distinctes; il suffira ensuite, en raison de la symétrie renversée des deux lignes V et W du Tableau, de prendre les $\frac{p}{2}$ ou $\frac{p-1}{2}$ premières suites, en les prolongeant dans les deux sens. Ainsi pour une équation du cinquième degré, la suite U et sa première dérivée fourniront toujours les cinq racines (car si elles sont toutes distinctes, on connaît d'avance $V_{m-1} = W_{m-1}$, qui est égal au rapport du terme tout connu de la proposée au coefficient de $x^5$, au signe près).

» 3° J'ai admis qu'on prendrait pour U la suite potentielle. Mais, si l'équation a été débarrassée de ses racines égales, rien n'empêche de prendre une suite à termes initiaux quelconques. S'il arrive que cette suite admette une équation génératrice d'ordre moindre (ce dont on sera averti par l'évanouissement de $u_0^{(m-1)}$), on la trouvera sans peine par la méthode des coefficients indéterminés par exemple, et l'on connaîtra ainsi une décomposition de la proposée en deux équations de degrés moindres,

qu'on traitera séparément. Si cette circonstance ne se présente pas, la marche indiquée pour l'emploi de la suite potentielle restera exactement applicable.

» 4° La méthode fournit toutes les racines réelles, mais seulement les modules des racines imaginaires. Si l'on tient à en calculer aussi les arguments, on pourra utiliser le théorème suivant :

» Soit toujours supposé $u_n$ réductible à la forme

$$\alpha_1 x_1^n + \alpha_2 x_2^n + \ldots + \alpha_p x_p^n,$$

où $x_1, \ldots, x_p$ sont les $p$ racines *distinctes* de la proposée et les $\alpha$ des coefficients constants.

» Avec le Tableau à $k$ lignes et $k+1$ colonnes

$$\begin{vmatrix} u_n & u_{n+1} & \ldots & u_{n+k} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ u_{n+k-1} & u_{n+k} & \ldots & u_{n+2k-1} \end{vmatrix}$$

formons un déterminant $D_k^{(q)}$ en supprimant la $q^{\text{ième}}$ colonne : il aura pour valeur

$$\sum \alpha_{j_1}\alpha_{j_2}\ldots\alpha_{j_k}(x_{j_1}x_{j_2}\ldots x_{j_k})^n\, \delta_{j,k}^2\, P_{k-q+1},$$

où $\delta_{j,k}$ est le produit des différences des $k$ racines $x_{j_1}, \ldots, x_{j_k}$; $P_r$ la somme des produits $r$ à $r$ de ces mêmes racines, et le signe $\sum$ s'applique à tous les groupements $k$ à $k$ que l'on peut faire avec les $p$ racines distinctes.

» Donc si $\frac{D_k^{(q)}}{D_k^{(k+1)}}$ tend vers une limite déterminée pour $n = \pm\infty$, cette limite est la somme des produits $k-q+1$ à $k-q+1$ des $k$ racines de plus grand (ou de plus petit) module, et il en sera ainsi pourvu que les $p-k$ autres racines aient toutes des modules moindres (ou plus grands).

» S'il existe, après les $h$ racines de plus grands modules (égaux ou inégaux), un groupe de $r$ racines d'égal module, dont $r'$ couples complexes, aux arguments $\varphi, \varphi', \ldots$, ce théorème permettra de calculer les quantités $P_1, P_2, \ldots, P_{r'}$, relatives aux $r$ racines d'égal module, ce qui suffit pour obtenir, comme on le vérifie aisément, $\cos\varphi$, $\cos\varphi'$, ... par une équation de degré $r'$ seulement.

» Cette méthode, qui conduit bien pour $h = 0$, $r = 2$, $r' = 1$, à la formule de M. Laisant, est plus simple que celle qui consisterait à calculer les $r$ racines d'égal module en partant de l'identité, facile à établir direc-

tement :

$$\begin{vmatrix} 1 & u_n & \ldots & u_{n+k-1} \\ x & u_{n+1} & \ldots & u_{n+k} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ x^k & u_{n+k} & \ldots & u_{n+2k-1} \end{vmatrix} = \sum_{s=0}^{s=k} (-1)^s x^s \sum \alpha_{j_1} \ldots \alpha_{j_k} (x_{j_1} \ldots x_{jk})^n \delta^2_{j_1 k_1} \mathrm{P}_{k-s+1},$$

et dont la conséquence immédiate est le théorème suivant :

» Si pour $n$ tendant vers $\pm\infty$, le déterminant du premier membre tend (à un facteur près indépendant de $x$) vers une limite déterminée, l'équation ci-dessus tend à admettre pour racines les $k$ racines de plus grand (ou de plus petit) module de la proposée; la condition nécessaire et suffisante étant d'ailleurs que le plus petit (ou le plus grand) des modules de ces $k$ racines soit supérieur (ou inférieur) à celui des $p-k$ autres. Si cette condition n'est pas remplie, l'équation ci-dessus tend tout au moins à admettre les $k'$ ($k' < k$) racines de la proposée dont les modules sont tous supérieurs (ou inférieurs) à ceux des $p-k$ racines de plus petit (ou de plus grand) module de la proposée [1].

» Si on voulait utiliser directement ce théorème on aurait, dans le cas considéré plus haut, à résoudre une équation de degré $r$, au moins égal à $2r'$. »

THÉORIE DES NOMBRES. — *Sur les intégrales définies suivant les diviseurs.* Note de M. **N. Bougaïef**, présentée par M. Darboux.

« L'intégrale définie suivant les diviseurs

$$\sum_{a,\,(n)}^{b} \theta(d)$$

est une somme des fonctions $\theta(d)$ prises pour tous les diviseurs $d$ du nombre entier $n$ entre les limites $a$ et $b$ inclusivement.

---

(1) La première partie de ce théorème très général, dont on peut déduire toute la théorie de la résolution des équations par les suites récurrentes, paraît avoir été établie en 1893 par M. Auric, dans une thèse dont je n'ai pu me procurer le texte. Elle se trouve démontrée dans un Mémoire étendu, publié cette année même par M. Cohn dans les *Math. Ann.*, et dont je n'ai eu connaissance qu'après la présentation de mes deux Notes précédentes. Dans ce Mémoire M. Cohn développe, avec plusieurs applications numériques à l'appui, une méthode de résolution fondée sur les mêmes principes, bien que différant, par un certain nombre de détails, de celle que j'ai résumée ci-dessus.

» Ainsi

$$\sum_{2,\,(12)}^{6} \theta(d) = \theta(2) + \theta(3) + \theta(4) + \theta(6).$$

» La théorie de ces intégrales est intimement liée avec la théorie des intégrales numériques suivant les diviseurs. Elle donne des lois numériques tout à fait nouvelles pour l'*Arithmologie* ou pour *la théorie des fonctions discontinues*.

» Nous donnons quelques exemples de ces lois.

» En désignant par $\xi(m, n)$ le nombre des diviseurs du nombre $n$ qui ne surpassent pas $m$, nous trouvons la loi numérique suivante

$$(1)\quad \sum_{n} \theta\left(\mathcal{E}\sqrt{d}\right) = \xi\left(\mathcal{E}\frac{n}{2^2}, n\right) + \xi\left(\mathcal{E}\frac{n}{3^2}, n\right) + \xi\left(\mathcal{E}\frac{n}{5^2}, n\right) + \xi\left(\mathcal{E}\frac{n}{7^2}, n\right) + \ldots.$$

» Dans cette formule $\theta(n)$ est une fonction qui représente la quantité des nombres premiers qui ne surpassent pas $n$.

» *Exemple :*

$$\sum_{36} \theta\left(\mathcal{E}\sqrt{d}\right) = \xi\left(\mathcal{E}\frac{36}{2^2}, 36\right) + \xi\left(\mathcal{E}\frac{36}{3^2}, 36\right) + \xi\left(\mathcal{E}\frac{36}{5^2}, 36\right)$$

ou

$$\begin{aligned}\sum_{36} \theta\left(\mathcal{E}\sqrt{d}\right) &= \theta\left(\mathcal{E}\sqrt{1}\right) + \theta\left(\mathcal{E}\sqrt{2}\right) + \theta\left(\mathcal{E}\sqrt{3}\right)\\ &\quad + \theta\left(\mathcal{E}\sqrt{4}\right) + \theta\left(\mathcal{E}\sqrt{6}\right) + \theta\left(\mathcal{E}\sqrt{9}\right)\\ &\quad + \theta\left(\mathcal{E}\sqrt{12}\right) + \theta\left(\mathcal{E}\sqrt{18}\right) + \theta\left(\mathcal{E}\sqrt{36}\right)\\ &= \theta(1) + \theta(1) + \theta(1) + \theta(2)\\ &\quad + \theta(2) + \theta(3) + \theta(3) + \theta(4) + \theta(6)\\ &= 0 + 0 + 0 + 1 + 1 + 2 + 2 + 2 + 3 = 11,\end{aligned}$$

$$\xi\left(\mathcal{E}\frac{36}{2^2}, 36\right) = \xi(9, 36) = 6,$$

$$\xi\left(\mathcal{E}\frac{36}{3^2}, 36\right) = \xi(4, 36) = 4,$$

$$\xi\left(\mathcal{E}\frac{36}{5^2}, 37\right) = \xi(1, 36) = 1.$$

» 2. *Seconde loi.* — Pour deux fonctions arbitraires $\theta(n)$ et $\psi(n)$ existe toujours la relation suivante

$$(2)\qquad \sum_{(n)} \left[\theta(\delta) \sum_{1,\,(n)}^{d} \psi(d)\right] = \sum_{(n)} \left[\psi(\delta) \sum_{1,\,(n)}^{d} \theta(d)\right].$$

» Dans cette relation $\delta$ et $d$ sont deux diviseurs complémentaires; c'est-à-dire l'on a

$$n = \delta d.$$

» Supposons que

$$\theta(u) = u, \qquad \psi(u) = u^2.$$

» La formule (2) donne la loi numérique

$$(3) \qquad \sum_{(n)} \delta \xi_2(d, n) = \sum_{(n)} \delta^2 \xi_1(d, n).$$

» La fonction $\xi_1(d, n)$ représente la somme des diviseurs et la fonction $\xi_2(d, n)$ la somme des carrés des diviseurs du nombre $n$ qui ne surpassent pas le nombre $d$.

» Pour $n = 6$, la formule (3) donne

$$\begin{aligned} &1\xi_2(6, 6) + 2\xi_2(3, 6) + 3\xi_2(2, 6) + 6\xi_2(1, 6) \\ &\quad = 1^2\xi_1(6, 6) + 2^2\xi_1(3, 6) + 3^2\xi_1(2, 6) + 6^2\xi_1(1, 6) \end{aligned}$$

ou

$$\begin{aligned} &1(1^2 + 2^2 + 3^2 + 6^2) + 2(1^2 + 2^2 + 3^2) + 3(1^2 + 2^2) + 6.\,1^2 \\ &\quad = 1^2(1 + 2 + 3 + 6) + 2^2(1 + 2 + 3) + 3^2(1 + 2) + 6^2.\,1 = 99. \text{ »} \end{aligned}$$

ÉLECTRICITÉ. — *Sur certaines conditions à réaliser pour la mesure des résistances électriques au moyen des courants alternatifs et du téléphone.* Note de M. **R. Colson**, présentée par M. A. Cornu.

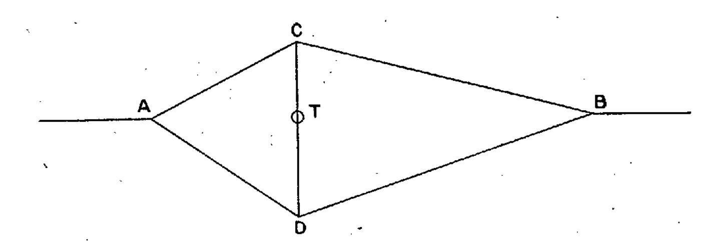
« Les résultats que j'ai trouvés en étudiant la propagation et les interférences d'ondes électriques de basse fréquence ([1]) donnent lieu à des conséquences importantes, parmi lesquelles je signalerai ici ce qui est relatif à l'emploi des courants alternatifs et du téléphone pour la mesure des résistances.

» On sait que cette méthode consiste à lancer des ondes électriques périodiques dans un pont de Wheatstone par les extrémités A et B, et à rendre égaux à chaque instant les potentiels des points C et D, ce que l'on constate par l'extinction du son d'un téléphone T intercalé entre C et D. Les conducteurs formant les branches du pont doivent d'ailleurs être dé-

([1]) Séances des 15 février 1892; 14 novembre 1892; 8 mai 1893.

pourvus de self-induction et de polarisation. Le fonctionnement de ce système donne lieu aux remarques suivantes :

» 1° La proportion des quatre branches qui constitue la propriété du pont équilibré, repose sur la loi de Ohm, c'est-à-dire sur une décroissance du potentiel proportionnelle à la résistance. Or, cette loi n'est plus admis-




sible que dans certaines conditions pour la propagation d'ondes à haut potentiel, comme celles de la bobine d'induction, dans des résistances considérables, telles que celles de fils imprégnés de dissolutions salines (chlorure de calcium par exemple) ou de tubes capillaires contenant de l'eau. Je l'ai constaté expérimentalement. Le potentiel décroît d'abord très rapidement, puis l'écart avec la loi de Ohm diminue lorsque la distance franchie par l'onde augmente; la décroissance est plus rapide lorsque le potentiel est plus élevé ou lorsque la résistance est plus grande.

» Il est vrai que, au lieu de s'appuyer sur la proportion des quatre branches, on peut opérer par substitution dans une seule, BD par exemple, de façon que le potentiel en D reste égal à celui de C. L'affaiblissement de potentiel de B à D est le même dans les deux cas, mais il n'est encore possible d'en conclure l'égalité des deux résistances que si, pour elles, la loi de Ohm est satisfaite.

» 2° Le potentiel, en chacun des points C et D, résulte de deux ondes de signes contraires venant de A et de B en sens contraires.

» Si le point C, par exemple, est tel que ces deux ondes y passent en même temps et avec des potentiels égaux en valeur absolue, il y a là potentiel nul et ce que j'ai appelé point neutre (Note du 14 novembre 1892); un téléphone, dont une borne est en contact avec C et dont l'autre est isolée, est réduit au silence.

» Si les deux ondes y passent en même temps, mais avec des potentiels différents en valeur absolue, ceux-ci donnent lieu à un potentiel résultant dont la variation détermine dans le téléphone un son de même hauteur que celui de la source vibratoire.

» Si les deux ondes n'y passent plus en même temps, et si leurs passages sont assez écartés pour produire dans le téléphone des effets distincts, celui-ci rend un son dont le nombre de vibrations est double de celui de la source.

» Ces différents cas se présentent de même au point D; de sorte que, en définitive, il y a à prévoir la combinaison de l'une quelconque des conditions de C avec une quelconque de D; il n'y aura réellement silence du téléphone que si les conditions de C et de D sont identiques. L'une d'elles est facile à réaliser; c'est celle de la région neutre, où le potentiel *résultant* est nul. Pour cela, on prend les branches AC et CB telles que le point C se forme dans cette région neutre; de même ensuite pour D. Le téléphone intercalé T est alors muet. On y trouve, de plus, l'avantage d'opérer ainsi dans une région où le potentiel s'écarte toujours moins de la loi de Ohm que près des extrémités A et B.

» 3° L'onde qui, partie de A, a franchi ACB, envoie dans BD une perturbation qui complique ce qui se passe en D. Supprimons les liaisons CT, AD et celle de B avec la source; puis relions B avec une bobine identique à celle de la source, pour ne pas changer la capacité en relation avec B. Si le téléphone est muet, c'est que les variations du potentiel en D, provenant de A par le chemin ACBDT, sont insuffisantes pour produire le trouble en question. Si le téléphone rend un son, il faut ou augmenter les résistances ACB, ou diminuer le potentiel en A soit en agissant sur la source, soit en introduisant dans le tronc commun avant A une résistance additionnelle. On opère de même pour les trois autres chemins.

» 4° Il faut examiner, en outre, si l'onde qui revient en C, par exemple, après avoir traversé tout le circuit, apporte aussi une complication. Pour cela, on ajoute à la suite à partir de C les résistances du circuit complet, et l'on met en contact avec l'extrémité une borne du téléphone. S'il rend un son, il faut augmenter les résistances ou diminuer le potentiel.

» *Conclusion*. — On se rend compte ainsi de certaines erreurs graves auxquelles est sujet ce procédé de mesure des résistances, et l'on met en évidence les précautions qui permettent de s'en affranchir. »

CHIMIE. — *Sur les sulfures de nickel et de cobalt.* Note de M. A. VILLIERS, présentée par M. H. Moissan.

« *Sulfure de nickel.* — Si l'on met en présence un précipité de sulfure de nickel et du sulfure d'ammonium, il se produit une dissolution par-

tielle, manifestée par la coloration de la liqueur, après filtration. La coloration est assez intense, si le sulfure d'ammonium est fortement chargé de soufre; mais si le réactif est absolument exempt de soufre, et si l'on évite l'accès de l'air pendant la filtration, la totalité du sulfure reste sur le filtre et la liqueur filtrée est incolore.

» Il en est de même avec le sulfhydrate de sulfure d'ammonium, avec les dissolutions de sulfure de sodium et de sulfhydrate de sulfure de sodium.

» Il est facile cependant d'obtenir une liqueur exempte de soufre, et contenant en dissolution la *totalité* du sulfure métallique.

» Si l'on verse, en effet, dans la solution d'un sel de nickel un excès de soude, après y avoir ajouté une quantité d'acide tartrique suffisante pour empêcher la précipitation de l'oxyde de nickel par l'alcali [1], l'hydrogène sulfuré n'y précipite plus le nickel, mais le sulfure qui se produit reste dissous dans le sulfure de sodium, même après que l'on a fait passer le gaz sulfhydrique jusqu'à refus. On obtient ainsi une liqueur non plus colorée légèrement en brun, mais complètement noire, qui traverse le filtre sans laisser de résidu. Si, avant de faire passer l'hydrogène sulfuré, on a soin de diluer avec un grand volume d'eau, on peut suivre facilement les changements de couleur de la liqueur qui reste parfaitement limpide.

» L'acide tartrique ajouté au sel de nickel n'a ici d'autre rôle que d'empêcher la précipitation de l'oxyde. On peut du reste constater des phénomènes analogues, en traitant immédiatement par l'hydrogène sulfuré l'oxyde de nickel précipité par un excès de soude. Le sulfure de nickel produit se dissout encore en proportion notable dans le sulfure alcalin.

» Il n'en est pas de même si l'on fait agir l'hydrogène sulfuré sur une solution ammoniacale d'oxyde de nickel. Le sulfure métallique formé ne se dissout que si l'oxygène de l'air intervient en mettant du soufre en liberté. Si l'on évite le contact de l'air, le sulfure d'ammonium ou le sulfhydrate d'ammoniaque ne dissolvent pas la moindre quantité de sulfure de nickel, et la liqueur filtrée est incolore. Le sulfure de nickel, au moment de sa formation, est donc soluble dans le sulfure de sodium, mais non dans le sulfure d'ammonium, de même que l'alumine précipitée se dissout dans les alcalis et est insoluble dans l'ammoniaque.

» On voit qu'au moment de sa formation le sulfure de nickel se comporte, vis-à-vis du sulfure de sodium, autrement que le sulfure précipité, et cette différence de propriétés peut être expliquée par une modification moléculaire qui se produirait d'une manière presque immédiate (t. CXIX,

---

[1] Cette expérience doit être faite avec la soude plutôt qu'avec la potasse, qui précipiterait plus ou moins complètement l'oxyde de nickel, malgré la présence de l'acide tartrique.

p. 1208). Cependant, quelle que soit la rapidité avec laquelle le sulfure de nickel serait ainsi transformé, on peut encore manifester de la manière suivante cette transformation :

» Si, dans deux volumes égaux d'une solution d'un sel de nickel, on verse le même excès de soude saturée par l'acide sulfhydrique, on obtient des résultats différents, suivant que cette addition est faite lentement, ou que l'on fait brusquement le mélange. Dans ce dernier cas, la liqueur filtrée est très colorée; dans le premier cas, le sulfure de nickel reste en grande partie sur le filtre, et le liquide est peu coloré, d'autant moins que le mélange a été fait plus lentement.

» La vitesse avec laquelle se produit la transformation moléculaire du sulfure de nickel augmente avec la température; elle peut devenir assez grande pour que la dissolution dans le sulfure alcalin soit incomplète.

» Si l'on fait passer l'hydrogène sulfuré dans une dissolution d'un sel de nickel additionnée d'acide tartrique et de soude, comme plus haut, en opérant non plus à la température ordinaire, mais à l'ébullition, la majeure partie du sulfure de nickel se précipite, et la liqueur est peu colorée. Cependant, la dissolution que l'on obtient à froid jouit d'une grande stabilité, et l'on peut la faire bouillir indéfiniment sans déterminer la séparation du sulfure.

» L'addition d'un léger excès d'acide détermine la précipitation complète du sulfure de nickel dissous dans le sulfure alcalin.

» *Sulfure de cobalt.* — Le sulfure de cobalt précipité ne se dissout pas dans les sulfures et sulfhydrates de sulfure d'ammonium ou de sodium. Ce n'est que lorsque ces derniers contiennent en dissolution une grande quantité de soufre que l'on peut constater une légère coloration brune de la liqueur filtrée, qui contient alors des traces de cobalt.

» Si l'on fait passer l'hydrogène sulfuré dans une solution d'un sel de cobalt, additionnée d'acide tartrique et d'un excès de soude, le cobalt se précipite complètement à l'état de sulfure, contrairement à ce qui a lieu dans le cas du nickel, et l'on constate que si l'on fait passer l'hydrogène sulfuré jusqu'à refus, la liqueur séparée du précipité par filtration est complètement incolore, si l'on évite l'action de l'air, et ne renferme pas de cobalt. Si l'on n'a pas employé une quantité d'acide sulfhydrique suffisante pour saturer l'alcali, de petites quantités de cobalt peuvent être retrouvées dans la liqueur filtrée, qui brunit, dans ce cas, au contact de l'air.

» On peut conclure des résultats précédents, ou bien que le sulfure de cobalt, au moment même de sa mise en liberté, est incapable de se dissoudre dans le sulfure alcalin, ou bien qu'il se transforme en sa modification définitive avec une vitesse telle qu'il échappe à l'action de ce dernier. Cette dernière conclusion paraît confirmée par ce fait, qu'à partir d'une dilution très considérable, correspondant à trois ou quatre centigrammes de cobalt pour un litre, on observe encore, si l'on n'a pas ajouté

un trop grand excès de soude, les mêmes phénomènes qu'avec le nickel, le sulfure de cobalt se dissolvant encore complètement dans le sulfure alcalin, en formant un liquide coloré stable, même à l'ébullition.

» Nous donnerons prochainement une application de ces faits à la séparation qualitative du nickel et du cobalt, et nous continuerons ensuite l'étude des autres sulfures métalliques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'éthylate de calcium.* Note de M. DE FORCRAND.

« Parmi les réactions du carbure de calcium $C^2Ca$, préparé au moyen du four électrique, il en est une qui permettrait de préparer l'éthylate du calcium. Ce carbure, chauffé à 180° avec de l'alcool éthylique absolu, donnerait

$$C^2Ca + 2\,C^2H^6O = C^2H^2 + \begin{matrix} C^2H^5O \\ C^2H^5O \end{matrix} \Big\rangle Ca.$$

» Cette réaction est intéressante, car l'éthylate de calcium n'est pas connu jusqu'ici. Seul, l'éthylate de baryum $(C^2H^5O)^2Ba$ a été décrit par M. Berthelot, et j'en ai fait moi-même l'étude thermique; mais des expériences récentes m'ont montré qu'en réalité la constitution de ce corps n'est pas celle d'un éthylate. On sait donc peu de choses sur les éthylates des métaux alcalino-terreux.

» M. Moissan ayant bien voulu me confier quelques grammes de son carbure de calcium $C^2Ca$ parfaitement pur, je me suis proposé d'étudier le composé que ce corps forme lorsqu'on le chauffe avec l'alcool éthylique absolu.

» Plusieurs tubes scellés ont été préparés avec 1gr,5 du carbure de calcium, et un excès d'alcool. Après les avoir chauffés à 180° pendant plusieurs heures, on en a extrait les gaz, et on a séparé sur des plaques de porcelaine poreuse la substance blanche formée.

» Au bout de deux ou trois jours, elle donne une matière pulvérulente qui paraît sèche et dont le poids reste à peu près constant, sous une cloche, en présence d'acide sulfurique concentré.

» L'analyse a donné :

| | Trouvé. | Calculé pour $(C^2H^5O)^2Ca$. | Calculé pour $(CaO)^3(C^2H^6O)^4$. |
|---|---|---|---|
| Ca { par l'alcalimétrie | 34,22 | 30,77 | 34,09 |
| Ca { à l'état du sulfate | 34,71 | | |
| C | 27,01 | 36,92 | 27,27 |
| H | 6,00 | 7,54 | 6,82 |

» C'est donc, non pas l'éthylate du calcium $(C^2H^5O)^2Ca$, mais une combinaison d'addition de l'alcool et de la chaux anhydre, ayant à peu près la composition $3CaO + 4C^2H^6O$.

» Ces rapports de 3 à 4 sont les mêmes que dans le cas de la réaction de l'alcool méthylique sur la baryte anhydre. J'ai montré, il y a plusieurs années, que ces deux corps réagissent aussi, en formant, non pas le méthylate de baryum $(CH^3O)^2Ba$, mais le composé $3BaO + 4CH^4O$. Et il est probable que le produit de l'action de la baryte anhydre sur l'alcool éthylique absolu est encore une combinaison du même genre.

» On remarquera sans doute que les dosages du calcium donnent des nombres un peu trop élevés pour la formule $3CaO + 4C^2H^6O$, et inversement celui de l'hydrogène un nombre un peu faible. Il y a sans doute dans la matière analysée un peu de chaux en excès. D'ailleurs, en prolongeant l'exposition de ce corps sous une cloche, en présence d'acide sulfurique, pendant très longtemps, j'ai pu enlever un peu d'alcool au produit de la réaction. Après plusieurs semaines, le dosage du calcium donne des nombres plus élevés, qui paraissent se fixer vers une limite voisine de 39 pour 100 (38,51 — 38,64), tandis que le pour cent de carbone devient voisin de 23 pour 100 et celui de l'hydrogène de 5,5 pour 100. On arrive ainsi à un nouveau composé (¹) qui serait $CaO + C^2H^6O$; mais les dernières traces d'alcool ne s'échappent qu'à la condition de broyer souvent la substance, qui se carbonate assez rapidement à l'air.

» J'ai d'ailleurs remarqué que, dans les tubes scellés, avant leur ouverture, les parois sont recouvertes de cristaux incolores, qui se transforment peu à peu en une poudre blanche amorphe et homogène sur les plaques poreuses. C'est sans doute une combinaison formée toujours par l'union de la chaux et de l'alcool, mais avec un excès d'alcool.

» On voit que la réaction qui se produit entre le carbure du calcium et l'alcool doit être

$$C^2Ca + 2C^2H^6O = CaO.C^2H^6O + C^4H^6,$$

ce composé $CaO, C^2H^6O$ pouvant d'ailleurs fixer un excès plus ou moins considérable d'alcool pour donner plusieurs composés définis.

» Le carbure d'hydrogène qui se dégage $C^4H^6$, ou plutôt $nC^4H^6$ est un mélange d'acétylène $C^2H^2$ et d'au moins deux autres carbures, dont l'un

(¹) La formule $CaO + C^2H^6O$ demande Ca °/₀ 39,21; C °/₀ 23,53; H °/₀ 5,88.

est forménique (probablement du formène) et l'autre éthylénique et d'une plus grande condensation en carbone.

» Dans des expériences où j'ai négligé les gaz dissous dans l'excès d'alcool des tubes scellés, j'ai trouvé en effet que les gaz carburés contenaient 80 pour 100 d'acétylène [1], 10 pour 100 d'un carbure éthylénique facilement liquéfiable et rapidement absorbé par l'acide sulfurique, et plusieurs centièmes du formène.

» Le sens et la signification de la réaction ne sont donc pas douteux : le carbure de calcium $C^2Ca$ donne avec l'alcool, non pas l'éthylate $(C^2H^5O)^2Ca$, mais des combinaisons du type $n\,CaO + n'\,C^2H^6O$, dont l'une serait $3\,CaO + 4\,C^2H^6O$, et l'autre $CaO + C^2H^6O$. »

## CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'oxycinchonine*-β. Note de MM. E. Jungfleisch et E. Léger.

« Nous avons annoncé antérieurement l'existence de l'oxycinchonine-β (*Comptes rendus*, t. CV, p. 1258); nous nous proposons actuellement de faire connaître ce composé.

» I. *Préparation.* — L'oxycinchonine-β prend naissance, en même temps que son isomère, l'oxycinchonine-α, dans l'action prolongée, sur la cinchonine, de l'acide sulfurique mélangé de son poids d'eau et maintenu à 120°. Le produit de la réaction est complexe, il contient à la fois des isomères de la cinchonine et des oxycinchonines. Lorsqu'on traite pour le séparer l'ensemble des bases ainsi obtenu, l'oxycinchonine-β se trouve parmi les composés que l'éther ne dissout pas, mais que dissout l'alcool faible. Le traitement par ces deux dissolvants fournit un mélange d'oxycinchonine-α, d'oxycinchonine-β et de faibles quantités d'autres bases parmi lesquelles domine l'apocinchonine. De ce mélange on isole d'abord l'oxycinchonine-α à l'état de chlorhydrate basique peu soluble; quand les liqueurs concentrées cessent de fournir les fines aiguilles caractéristiques de ce dernier sel, on traite les eaux-mères par un alcali, en évitant un trop grand excès de réactif, on lave les bases précipitées et on les change en succinates basiques que l'on fait cristalliser. Il se dépose du succinate d'oxycinchonine-β, sel peu soluble, qui se charge de plus en plus de succinates d'oxycinchonine-α et d'apocinchonine, à mesure qu'on pousse plus loin la concentration. Après plusieurs cristallisations répétées, le sel recueilli est encore impur; on en extrait les bases et on les transforme en dérivés diacétylés. A cet effet, après les avoir lavées et séchées exactement, on les chauffe pendant deux heures à 70°-80° avec un

---

[1] J'ai remarqué, comme l'indique M. Moissan, la coloration brune de l'acétylène cuivreux formé pendant l'absorption de cet acétylène, ce qui permet de penser que cette portion absorbable contient d'autres carbures.

excès d'anhydride acétique; il se produit des acétates de bases acétylées. On reprend par l'eau, on ajoute beaucoup d'éther et l'on décompose par l'ammoniaque, qui précipite les alcalis acétylés; en agitant aussitôt, ces derniers se dissolvent dans l'éther. Comme la diacétyloxycinchonine-β est fort peu soluble dans l'éther, si ce n'est au moment même de sa précipitation, elle ne tarde pas à se déposer en cristaux; les produits qui l'accompagnent restent dans la liqueur éthérée. On sépare donc le produit cristallin, peu soluble, et on le lave à l'éther froid. En chauffant l'éther acétique qu'il constitue, à 70°-80° pendant trente ou quarante minutes, avec un léger excès de potasse dissous dans un peu d'alcool, la plus grande partie de l'oxycinchonine-β se sépare sous forme de cristaux; la base achève de cristalliser par refroidissement. On essore les cristaux et l'on purifie le produit par des cristallisations dans l'alcool fort.

» Quant aux eaux-mères du succinate et au mélange des bases acétylées solubles dans l'éther, ils retiennent des quantités importantes d'oxycinchonine-β maintenue dissoute par les autres substances. Nous dirons, dans notre Mémoire, comment on peut en séparer cette base.

» II. *Propriétés.* — Cristallisée dans l'alcool fort, l'oxycinchonine-β forme des petits prismes aiguillés, incolores, anhydres. Elle fond à 273° (corr.); mais, dès 250°, elle commence à se colorer. Elle est fortement dextrogyre; elle l'est un peu plus que l'oxycinchonine-α : en dissolution au centième dans l'alcool absolu, $\alpha_D = +188°,8$ $(t = 17°)$; dans l'eau chargée d'acide chlorhydrique, $\alpha_D = +228°,0$ avec $2HCl$ $(t = 15°)$, et $\alpha_D = +228°,33$ avec $4HCl$ $(t = 15°)$.

» L'oxycinchonine-β est à peu près insoluble dans l'eau; toutefois, si l'on ajoute un alcali à la dissolution de l'un de ses sels, dilué au millième environ, il ne se forme pas de précipité tout d'abord; mais, au bout de quelques heures, la base s'est déposée en fines aiguilles; celles-ci, recueillies sur un filtre, lavées et séchées, se feutrent et donnent un produit présentant l'aspect du papier, anhydre après dessiccation à l'air libre. Elle est soluble à froid dans l'alcool, très soluble à chaud. L'acétone la dissout moins abondamment que son isomère. Elle se dissout aussi dans le chloroforme, surtout au moment où on la met en liberté d'un de ses sels par un alcali; la base ainsi dissoute ne tarde pas à se séparer en cristaux pour la plus grande partie.

» L'oxycinchonine-β est une base assez énergique; elle bleuit le tournesol et rougit la phtaléine du phénol. Comme son isomère, l'oxycinchonine-α, elle est biacide et possède deux fonctions phénoliques.

» L'analyse de l'oxycinchonine-β a donné 72,88 et 72,80 de carbone, 7,71 et 7,54 d'hydrogène; la formule $C^{38}H^{22}Az^2O^4$ correspond à 73,54 de carbone et 7,09 d'hydrogène. Cette composition a été confirmée d'ailleurs par les analyses d'un très grand nombre de dérivés.

» III. *Sels.* — Base diacide, l'oxycinchonine-β forme deux classes de sels avec les acides monobasiques : $C^{38}H^{22}Az^2O^4, A$ et $C^{38}H^{22}Az^2O^4, 2A$. La plupart de ses combinaisons salines cristallisent avec netteté.

» Le *chlorhydrate basique,* (B) $HCl + H^2O^2$, constitue des aiguilles prismatiques, légères, à éclat nacré, assez solubles dans l'eau froide, très solubles dans l'eau bouillante. Il devient anhydre à 100°. Il fond à 255° en s'altérant.

» Le *chlorhydrate neutre*, (B) $2HCl + 3H^2O^2$, s'obtient en ajoutant de l'acide chlorhydrique à une solution alcoolique de la base; essoré et recristallisé dans l'eau, il donne de magnifiques cristaux quadratiques (M. Wyrouboff), très solubles dans l'eau, perdant à 110° un peu d'acide chlorhydrique en même temps que l'eau de cristallisation.

» Le *bromhydrate basique*, (B) $HBr + H^2O^2$, cristallise en fines aiguilles légères. Peu soluble dans l'eau froide, il est assez soluble à chaud. Il fond à 248°,6.

» Le *bromhydrate neutre*, (B) $2HBr$, est anhydre. Soluble dans l'alcool, il se dissout plus abondamment encore dans l'eau froide; par évaporation dans l'air sec, sa solution le fournit en petits prismes, qui s'agglomèrent en croûtes. Il fond à 259°,7.

» L'*iodhydrate basique*, (B)HI, forme des prismes anhydres, courts, très réfringents, fusibles à 258°, en s'altérant, peu solubles à froid.

» L'*azotate basique*, (B) $AzHO^6$, forme de gros prismes courts, anhydres, assez solubles dans l'eau, surtout à chaud.

» Le *sulfate basique*, $(B)^2S^2H^2O^8 + 4H^2O^2$, se dépose de ses solutions chaudes en aiguilles feutrées, solidifiant la masse; sec, il a un aspect cotonneux.

» Le *chloroplatinate*, (B) $2HCl, PtCl^4$, est peu soluble dans l'eau froide et cristallise en petites aiguilles d'un jaune orangé.

» Le *chlorocadmiate*, (B) $2HCl, CdCl^2 + 2H^2O^2$, constitue de forts beaux cristaux clinorhombiques (M. Wyrouboff), assez solubles à chaud, peu solubles à froid.

» L'*oxalate basique*, $(B)^2C^4H^2O^8 + H^2O^2$, est en aiguilles peu solubles, d'aspect cotonneux.

» Le *succinate basique*, $(B)^2C^8H^6O^8 + 3H^2O^2$, est peu soluble dans l'eau froide et cristallise en prismes allongés, fusibles à 194° après dessiccation.

» Le *tartrate basique*, $(B)^2C^8H^6O^{12} + H^2O^2$, est peu soluble dans l'eau, même à chaud; il forme des aiguilles brillantes.

» Le *tartrate neutre*, (B) $C^8H^6O^{12} + 3H^2O^2$, est plus soluble que le sel basique; il constitue de longues aiguilles prismatiques.

» Nous avons étudié aussi un certain nombre de dérivés alkylés de l'oxycinchonine-β, ainsi que ses éthers acétiques ou benzoïques et leurs dérivés alkylés. On a vu plus haut que la *diacétyloxycinchonine*-β a été utilisée par nous pour la purification de l'oxycinchonine-β elle-même. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du chlore sur les alcools secondaires.* Note de M. A. Brochet, présentée par M. P. Schützenberger.

« Autant l'action du chlore sur les alcools primaires est, ou du moins paraît compliquée, autant elle se simplifie dans le cas des alcools secondaires. Le chlore enlevant l'hydrogène au groupement CH OH, donne des acétones en même temps qu'il s'unit au carbone par substitution dans les groupes voisins, l'acide chlorhydrique n'agissant plus pour condenser

le produit de la réaction avec l'alcool en excès, celui-ci est transformé intégralement.

» *Alcool isopropylique.* — Lorsque l'on fait arriver un courant de chlore sec dans l'alcool isopropylique le gaz est absorbé immédiatement; le liquide s'échauffe et il est nécessaire de refroidir très énergiquement au début. Dès que la réaction commence à se ralentir, on arrête l'opération.

» Le produit de la chloruration soumis au fractionnement donne une assez notable quantité d'alcool inattaqué, mais ne renferme ni acétone, ni chlorure d'isopropyle; le thermomètre monte rapidement à 170° et la majeure partie du liquide distille entre 180° et 185°.

» Le composé ainsi obtenu présente les caractères des acétones chlorées; il donne à l'analyse des nombres qui correspondent à la formule $C^3H^2Cl^4O$.

» Dans aucun cas, je n'ai obtenu d'acétones chlorées inférieures, même dès le début de l'action du chlore.

» La théorie prévoit l'existence de deux tétrachloracétones isomères, l'une de constitution symétrique et l'autre dissymétrique :

(1) $$CHCl^2.CO.CHCl^2,$$

(2) $$CH^2Cl.CO.CCl^3.$$

» Il était intéressant de rechercher si le composé obtenu était formé uniquement par une de ces deux acétones ou par leur mélange. Dans ce but, je l'ai soumis à l'action d'une lessive excessivement étendue de potasse; j'ai obtenu ainsi un liquide qui, séché sur du carbonate de potassium, distille entre 59° et 61°; ce liquide est formé de chloroforme sans chlorure de méthylène, ce qui conduit à considérer le produit de la chloruration de l'alcool isopropylique comme composé exclusivement d'acétone tétrachlorée dissymétrique.

» D'autre part, après acidification de la liqueur alcaline, je l'ai épuisée par l'éther; j'ai obtenu ainsi un acide liquide, incristallisable, distillant entre 191° et 193° et donnant à l'analyse $Cl = 51,6$ pour 100; ce produit semble donc répondre par ses propriétés à l'acide dichloracétique $Cl = 55,0$. Mais il n'en est rien, le mélange de l'acide monochloracétique (p. f. 63°) et de l'acide trichloracétique (p. f. 55°) possédant également les propriétés du dérivé intermédiaire; il suffit de montrer la présence de ce dernier corps pour en déduire la composition du mélange; or cet acide liquide que j'ai obtenu étant chauffé avec un excès d'alcali donne du chloroforme.

» La formation, d'une part, de chloroforme sans chlorure de méthylène, d'autre part, celle des acides mono et trichloracétique montrent que les alcalis peuvent agir de deux façons sur l'acétone tétrachlorée dissymétrique :

(1) $$CH^2Cl.CO.CCl^3 + KOH = CH^2Cl.COOK + HCCl^3,$$

(2) $$CH^2Cl.CO.CCl^3 + KOH = CH^3Cl + CCl^3.COOK.$$

Les propriétés physiques que j'ai trouvées pour cette acétone diffèrent un peu de celles indiquées jusqu'ici. Point d'ébullition 183°, $D_4^{15} = 1,624$ (au lieu de 1,48), $n_d = 1,497$ à 18°.

» M. Friedel, en faisant réagir le brome sur l'alcool isopropylique, a obtenu du bromure d'isopropyle et un mélange d'acétones tri et tétrasubstituées, mais sans bromoforme, dont la présence dans les produits de cette réaction avait été signalée par Linnemann.

» M. Etard, dans cette même réaction, a obtenu seulement du bromure d'isopropyle et de la tribromacétone dissymétrique, qui paraît être le premier produit formé; l'opération, d'ailleurs assez difficile à limiter, devant être faite à une douce chaleur. Avec le chlore, l'action est plus profonde, le second groupe $CH^3$ étant directement attaqué; la chloruration se faisant à froid, l'éthérification de l'alcool en excès n'a pas lieu.

» *Alcool octylique secondaire.* — Un courant de chlore est rapidement absorbé par l'alcool octylique secondaire ou méthylhexylcarbinol, mais l'action du métalloïde se ralentit bientôt et il est nécessaire de chauffer au bain-marie; lorsque l'action est complètement achevée, on arrête le courant gazeux.

» Le produit obtenu renferme encore de l'alcool octylique en excès; si l'on essaye de le rectifier à la pression ordinaire, il se décompose en donnant des composés irritant fortement les yeux. La distillation dans le vide s'impose; encore n'est-elle pas aisée, à cause de la viscosité du liquide. Cependant, sous la pression de 15^mm, on arrive à le fractionner. La portion 172-177, qui est de beaucoup la plus considérable, possède les propriétés des acétones et donne à l'analyse des nombres qui correspondent à la formule $C^8H^{11}Cl^5O$.

» C'est donc une acétone pentachlorée; quant à sa constitution, la formation de chloroforme par l'action des alcalis indique la présence du groupement $CCl^3$; quant aux deux autres atomes de chlore, il est peu probable qu'ils soient séparés et éloignés de CO; la formule de cette acétone paraît donc être la suivante :

$$C^5H^{11}CCl^2.CO.CCl^3.$$

» C'est un liquide incolore, oléagineux, bouillant à 174° sous la pression de 15^mm, $D_4^{15} = 1,401$, $n_d = 1,506$ à 21°; il est incristallisable à —21° et insoluble dans l'eau; malgré cela, il possède une saveur brûlante et une odeur excessivement tenace et très désagréable.

» *En résumé*, l'action du chlore sur les alcools précités de forme $R.CHOH.CH^3$ donne des acétones de forme $R.CO.CCl^3$, le radical se chlorant d'après ses affinités propres; il serait intéressant d'étudier cette action du chlore sur des alcools secondaires plus complexes, afin de voir de quelle façon se ferait la substitution du chlore [1]. »

---

[1] École de Physique et de Chimie industrielles.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la préparation industrielle et les propriétés physiologiques de l'oxalate et des sels cristallisés de la nicotine.* Note de MM. **H. Parenty** et **E. Grasset**, présentée par M. Brouardel.

« La nicotine caustique s'altère facilement, même à l'abri de l'air. Elle est d'un maniement fort dangereux et n'a fourni, jusqu'à ce jour, aucun sel franchement cristallisable et, par suite, susceptible d'être purifié et dosé. Elle n'a donc pu prendre encore, dans la Thérapeutique, le rôle important que ses propriétés énergiques nous paraissent devoir lui assigner. Or, nous avons observé que les vagues cristallisations, produites accidentellement au sein du sel neutre sirupeux que forment, avec la nicotine, certains acides solides, tels que les acides oxalique, tartrique, borique, etc., appartiennent réellement à des sels définis, fortement acides, que dès lors il est possible de consolider en grande abondance. Nous l'avons également fait cristalliser à l'aide de la soude, en des sels doubles dont le tartrate offre un magnifique spécimen.

» 1. Nous étudierons spécialement la préparation industrielle et les propriétés du quadroxalate de nicotine $2(C^2O^4)H^4, C^{10}H^{14}Az^2$ qui se produit à l'état de lamelles nacrées, dès qu'on ajoute un excès d'acide oxalique à l'oxalate neutre $C^2O^4H^2, 2(C^{10}H^{14}Az^2)$.

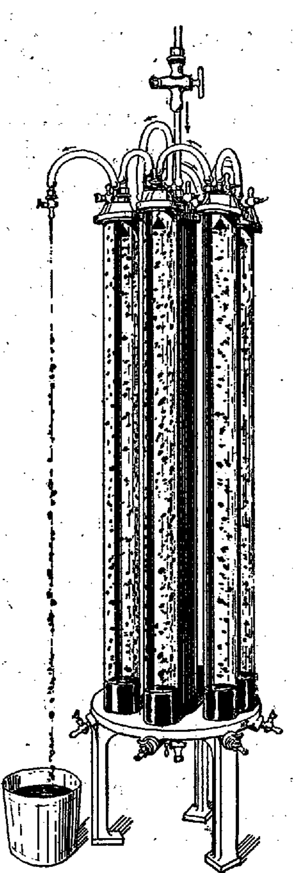
» Ce sel prend l'aspect grenu d'un sel rhomboédrique ou s'agglomère en houppettes hérissées, quand l'acide oxalique est en grand excès. Il se mamelonne et s'effleurit à l'air en une poudre blanche, amorphe et anhydre, renfermant 40 pour 100 de nicotine.

» 2. Les côtes et résidus de la fabrication des tabacs, épuisés par déplacement à l'eau froide, fournissent, par $100^{kg}$, $50^{lit}$ de jus à 21° Baumé, renfermant environ $20^{gr}$ de nicotine par litre, soit environ $1^{kg}$ de nicotine.

» 3. Ce liquide, alcalinisé par une base quelconque, qui peut être la potasse provenant de la calcination des jus épuisés en nicotine, traverse lentement une batterie de six gros tubes en cristal, remplis de *grioline* ou essence de pétrole. Il y tombe en se brisant sur un cône métallique, sous forme d'une pluie globulaire très fine, et sort du bas de chaque tube par un tuyau intérieur qui le ramène au sommet du suivant, et cela sans aucun mélange avec le dissolvant neutre auquel il abandonne sa nicotine. Ce curieux lavage, d'un liquide par un liquide pourrait s'appliquer à l'extraction de la plupart des alcaloïdes végétaux.

» 4. La grioline est ensuite roulée dans un tonneau, avec la proportion convenable d'acide oxalique porphyrisé. Elle peut être réemployée. Il ne reste plus qu'à dessécher le quadroxalate, qui est presque chimiquement pur.

» 5. Le quadroxalate de nicotine est très soluble dans l'eau et dans l'alcool. Sa dissolution aqueuse, traitée par la chaux, devient une dissolution nicotineuse. Elle se trouble dès qu'on la chauffe, ce qui permet de constater que la nicotine caustique, soluble en toutes proportions dans l'eau froide, est presque insoluble dans l'eau bouillante. Elle y surnage en couche huileuse, et peut en être séparée par un simple soutirage. Le quadroxalate anhydre, chauffé dans une cornue de verre, fond à 110° et com-



mence à se décomposer avec un dégagement gazeux très violent à 113°, 5. Il dégage, à 160°, de l'oxalate neutre, enfin, à 250°, de la nicotine pure. Dès que le dégagement initial s'est un peu calmé, il convient de recueillir tout ce qui distille, et de le rectifier après une addition de chaux vive ou de litharge. On obtient encore la nicotine caustique en calcinant doucement dans une cornue de grès un mélange d'oxalate et de chaux. Ainsi donc le quadroxalate abandonne facilement la totalité de sa nicotine. C'est le magasin le plus commode de cet alcaloïde.

» 6. Le quadroxalate se prête à tous les usages de la nicotine pure; il peut être employé en fumigations pour la désinfection des locaux, en projections pulvérulentes pour la destruction des punaises et cancrelas, enfin en dissolution pour la gale, les

pucerons et le phylloxera. M. Hourmel, professeur d'agriculture, a bien voulu se charger d'étudier ce remède contre le phylloxera.

» 7. Nous avons entrepris sur des lapins : *a*, *b*, *c*, etc., et nous poursuivons sur d'autres animaux, des expériences ayant pour but de comparer les effets physiologiques et la toxicité du quadroxalate de nicotine et de la nicotine caustique.

» 8. *Quadroxalate.* — *a*. Poids, 1780$^{gr}$. Instillation entre les paupières de deux gouttes d'une solution concentrée d'oxalate représentant 25$^{mgr}$ de nicotine. Immédiatement, contraction pupillaire, abrutissement et somnolence. Salivation, pas de convulsions. Diminution de poids de 80$^{gr}$ pendant deux jours. Kérato-conjonctivite pendant trois jours.

» *b*. 2230$^{gr}$. Même opération avec 5 gouttes, soit 6$^{cgr}$ de nicotine, mêmes phénomènes. Guérison en trois jours.

» *c*. 1700$^{gr}$. Injection sous-cutanée de $\frac{1}{2}^{cc}$ de la même solution, soit 12$^{cgr}$ de nicotine. Respiration, 92. 3′ contraction des pupilles, affaissement des membres antérieurs. 5′ affaissement des membres postérieurs; 8′ respiration; 168 secousses cloniques généralisées, se répétant à intervalles de 2′ à 3′ jusqu'à la mort. 1$^h$30$^m$ : respiration, 150; 1$^h$50$^m$ : respiration, 180; 2$^h$, mort. *Nécropsie :* muscles pâles; cerveau anémié, les cavités du cœur, sauf le ventricule gauche, ainsi que les gros vaisseaux, sont gorgés de caillots noirs.

» *d*. 1900$^{gr}$. Injection sous-cutanée de 1$^{cc}$ de la même solution, soit 24$^{cgr}$ de nicotine. 3′, contraction subite des pupilles, stupeur; respiration, 80. 8′, secousses cloniques généralisées, suivies de l'affaissement de l'animal, les membres écartés. 12′, salivation abondante, puis nouvelles secousses jusqu'à la mort à 55′. A l'autopsie, mêmes constatations que pour le précédent.

» *e*. 2350$^{gr}$. Injection hypodermique de $\frac{1}{2}^{cc}$ d'une solution au $\frac{1}{10}$, soit 5$^{cgr}$,9 de nicotine. Immédiatement somnolence et rétraction pupillaire pendant une heure. Pas de convulsions. Au troisième jour, l'animal a perdu 250$^{gr}$. Il retrouve au septième jour son poids initial.

» *f*. 1850$^{gr}$. Injection hypodermique de 1$^{cc}$ de la même solution, soit 10$^{cgr}$ de nicotine. 3′ contraction des pupilles; abrutissement, affaiblissement des membres. Pas de convulsions. Le poids descend à 1750$^{gr}$ les jours suivants et remonte à 1880 le quatrième jour.

» *g*. 2300$^{gr}$. A reçu quatorze injections hypodermiques d'oxalate faites de deux en deux jours. La dose de nicotine a été portée de 24$^{mgr}$ à 240$^{mgr}$. L'animal a ainsi absorbé en trente jours : 1$^{gr}$,536 de nicotine. Après chaque injection, stupeur et rétraction pupillaire. Pas de convulsions. La mort est survenue le trentième jour, trente-six heures après la dernière injection de 240$^{mgr}$. L'animal avait perdu 25$^{gr}$ par jour, en moyenne, et ne pesait plus que 1610$^{gr}$. A l'autopsie, émaciation extrême et mêmes lésions qu'aux lapins *c* et *d*.

» 9. *Nicotine caustique.* — *h*. 2800$^{gr}$. Injection hypodermique de 56$^{mgr}$ de nicotine en dissolution au $\frac{1}{5}$, contraction pupillaire immédiate; 15′ abrutissement. L'animal s'étale, les membres écartés, la tête couchée sur le sol; de 45′ à 80′, convulsions cloniques légères. Le poids baisse jusqu'à 2570$^{gr}$ au cinquième jour et remonte au poids initial le dixième jour.

» *i*. 2380gr. Injection hypodermique de 5cgr de nicotine pure. 5′ contraction pupillaire; 10′ abrutissement avec paralysie des membres, entrecoupée de convulsions cloniques généralisées. Ralentissement de la respiration; 15′ mort. A l'autopsie, muscles pâles, anémie cérébrale. Gros vaisseaux et cavités du cœur, moins le ventricule gauche, emplis de caillots noirs.

» *k*. 1680gr. Injection hypodermique de 10cgr de nicotine pure; immédiatement rétrécissement pupillaire et abrutissement. 1′15″ convulsions cloniques généralisées, la respiration monte à 150 et descend rapidement à 50 et 20. 7′40″ mort. A l'autopsie, mêmes constatations que sur le précédent.

» 10. *Acide oxalique pur*. — *l*. 2250gr. Nous avons injecté à ce témoin une solution contenant 50cgr d'acide, soit la plus forte des doses injectées dans les expériences précédentes. Nous n'avons constaté aucun effet appréciable.

» *Conclusion*. — La dose mortelle de nicotine pure qui est comprise entre 20mgr et 21mgr par kilogramme d'animal (*h* et *i*), s'élève à 70mgr de nicotine combinée, soit 150mgr de quadroxalate par kilogramme (*c*). Ce sel, dont le foisonnement est d'ailleurs considérable, ce qui atténue le danger d'une absorption accidentelle, est donc, à poids égaux, huit fois moins vénéneux que la nicotine caustique. Ses effets physiologiques conservent d'ailleurs, dans leur atténuation, les mêmes caractères généraux : contraction pupillaire, paralysie et convulsions, salivation, anémie cérébrale, vaso-constriction de la périphérie, enfin cœur en asystolie. Dans aucun cas la mort n'a été foudroyante.

» L'expérience *g* d'empoisonnement chronique permet de constater, en outre, qu'un animal peut arriver par l'accoutumance à supporter journellement une dose bien supérieure à la dose mortelle. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le goudron de pin*. Note de M. **Adolphe Renard**, présentée par M. Grimaux [1].

« Les derniers produits de la distillation du goudron de pin, à point d'ébullition supérieur à 300° et qui sont les plus abondants, sont constitués par un mélange de bitérébenthyle $C^{20}H^{30}$, bouillant à 332°-338° et de bitérébenthylène $C^{20}H^{28}$, bouillant à 340°-345°, hydrocarbures identiques à ceux que l'on rencontre dans les huiles de résine; mais, dans le goudron de pin, la proportion de bitérébenthyle est beaucoup moindre que dans l'huile de résine et atteint à peine le quart du volume du mélange. On sépare facilement ces deux hydrocarbures par un traitement à l'acide

(1) *Comptes rendus*, t. CXIX, p. 165 et 652.

sulfurique ordinaire; le bitérébenthyle est transformé en dérivé sulfoné et le bitérébenthylène reste inaltéré; il est alors complètement soluble dans l'acide sulfurique fumant, ce qui indique l'absence du bidécène $C^{20}H^{36}$, que l'on rencontre toujours en mélange avec lui dans les huiles de résine.

» Enfin, dans les produits ultimes de la distillation du goudron de pin, passant vers 380° à 400°, se trouve le rétène, dont la présence y a déjà été constatée par M. Ekstrand et qu'il est facile d'isoler à l'état de pureté par expression et cristallisations dans l'alcool.

» Quant aux phénols obtenus par l'action de la soude sur le produit brut de la distillation du goudron, après les avoir purifiés par la méthode indiquée par MM. Béhal et Choay ([1]) pour la préparation des créosotes, on les a soumis à trois rectifications, en se servant d'un tube de Hempel. 1000gr ont donné :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 73gr | de produits, de............ | 190° | à | 200° |
| 350 | » ............ | 200 | | 210 |
| 310 | » ............ | 210 | | 220 |
| 157 | » ............ | 220 | | 230 |
| 110 | » .......... | résidu et pertes. | | |

» Soit 66 pour 100 de produits distillant de 200° à 220°, correspondant, comme point d'ébullition, à la créosote ordinaire.

» La portion distillant de 200° à 210° a été soumise à la méthode d'analyse des créosotes de MM. Béhal et Choay, et a donné les résultats suivants :

| | | |
|---|---|---|
| Monophénols................ | 40,0 | pour 100. |
| Gayacol.................... | 20,3 | » |
| Créosol et homologues....... | 37,5 | » |
| Pertes...................... | 2,2 | » |

» La portion 210°-220° ne renfermait pas de gayacol.

» La créosote de pin présenterait donc, au point de vue de sa teneur en gayacol, une composition intermédiaire entre la créosote de hêtre et la créosote de chêne. »

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXIX, p. 166.

ANATOMIE COMPARÉE. — *Remarques sur les muscles et les os du membre postérieur de l'*Hatteria punctata. Note de M. A. **Perrin**, présentée par M. Edm. Perrier.

« J'ai étudié les muscles et les os du membre postérieur de l'*Hatteria* pour les comparer à ceux d'un assez grand nombre de Sauriens, que j'ai précédemment disséqués.

» Les muscles du pied n'avaient pas été décrits, tandis que ceux de la jambe et de la cuisse avaient été l'objet des recherches de Günther et, après lui, de Gadow. Les descriptions de Günther sont très succinctes; au point de vue des insertions, elles sont souvent en désaccord avec celles de Gadow, qui sont beaucoup plus complètes. Le premier de ces savants conclut que la musculature du membre postérieur de l'*Hatteria* ressemble absolument à celle des autres Sauriens; le second, au contraire, l'étudie à part au même titre que celle des crocodiles ou des tortues.

» Mes dissections m'ont démontré que, si les muscles et les os de l'*Hatteria* appartiennent bien au type saurien, ils présentent néanmoins quelques caractères spéciaux, rappelant que l'on est en présence d'une espèce ancienne relativement peu modifiée. Les différences qui existent entre les muscles de ce reptile et ceux des autres Sauriens peuvent être rangées dans les quatre catégories suivantes :

» 1° Un assez grand nombre de muscles ne présentent aucune trace de division, alors que chez les autres Sauriens on peut y distinguer plusieurs ventres distincts, parfois suffisamment individualisés pour être considérés comme des muscles différents;

» 2° Certains muscles de la cuisse ont leurs insertions proximales en relation plus directe avec la colonne vertébrale.

» 3° Les muscles de la jambe, qui aboutissent au tarse, ont leurs insertions distales plus étendues que celles des autres Sauriens. Il est à noter que les os du tarse chez les Urodèles servent à de nombreuses insertions musculaires, tandis que chez les Sauriens ils tendent à devenir de simples osselets articulaires, ne servant d'attache à aucun muscle.

» 4° Au pied de l'*Hatteria*, on trouve de petits muscles, qui naissent du tarse; on ne les rencontre pas chez les autres Sauriens, et d'ailleurs ils ne semblent pas jouer un rôle physiologique très important.

» L'étude des os permet les observations suivantes :

» 1° La tête du tibia présente un grand développement dans le sens

antéro-postérieur, ce que l'on remarque chez le *Palæohatteria* et le *Callibrachion*.

» 2° Il y a une ligne de suture très nette entre le fibulaire et les autres os, qui constituent avec lui la première rangée du tarse : ce fait se présente aussi chez quelques autres Sauriens. Les os de la deuxième rangée du tarse ou tarsaliens sont au nombre de cinq. Ce fait, que j'ai vérifié sur plusieurs échantillons, est en contradiction avec les descriptions des autres anatomistes. Günther et Gadow, qui a traduit son prédécesseur, citent à la deuxième rangée du tarse trois os et un cartilage. Baeyer, outre les deux os externes, décrit une plaque cartilagineuse unique située entre le tibial et les trois premiers métatarsiens; elle correspondrait, d'après lui, au troisième tarsalien seulement : les premier et deuxième tarsaliens se seraient déjà soudés aux métatarsiens correspondants. La présence de ces cinq tarsaliens est importante, car elle rapproche l'*Hatteria* du *Palæohatteria* où Credner, et après lui Baur, décrit la deuxième rangée du tarse comme formée de cinq petits os.

» Ceci permet enfin d'affirmer que, chez les Sauriens, l'osselet le plus externe de la deuxième rangée du tarse est un tarsalien et non un métatarsien, comme le prétendent Furbringer, Günther et Gadow, trompés par le développement de cet osselet. Si l'on examine le membre postérieur d'un Saurien, on voit que, la jambe étant dirigée obliquement de haut en bas et d'avant en arrière, il est nécessaire, pour que le pied repose horizontalement sur le sol, que les deux rangées du tarse aient des os plus développés du côté externe que du côté interne. De là résulte la grosseur décroissante des cinq tarsaliens du bord fibulaire au bord tibial du pied; l'os unique de la première rangée se comporte d'ailleurs de la même façon. »

ZOOLOGIE. — *Etudes comparatives sur les Rhizopodes lobés et réticulés d'eau douce.* Note de M. **Félix Le Dantec**, présenté par M. Edm. Perrier.

« Les observations dont je donne dans cette Note un court résumé ont porté sur l'*Amœba proteus* et sur une *Gromia* (trouvée dans une eau demi-stagnante du plateau de la Dombes), que je rapporte à l'espèce *G. fluviatilis* de Dujardin, malgré l'insuffisance de la description de cet auteur, et qui se sépare nettement de la *G. granulata* (F.-E. Schultze). Cette Gromia émet un très riche réseau de pseudopodes anastomosés, adhérents à la surface des corps solides.

» Chaque fois qu'un ou plusieurs pseudopodes en voie de croissance en rencontrent un autre déjà établi, ils s'y jettent à plein canal et l'on voit se former aux points d'anastomose une palmure (Dujardin), c'est-à-dire une plaque polygonale à côtés concaves vers l'extérieur. Il apparaît souvent, dans ces plaques, des cercles clairs que Dujardin a appelés à tort des vacuoles; ces cercles clairs sont déterminés par le contour apparent intérieur d'un tore, et non par le contour extérieur d'une sphère qui serait incluse dans le sarcode; ils correspondent donc à des trous percés à travers la substance de la plaque.

» Des corps étrangers, suspendus dans l'eau, venant au contact d'un pseudopode, y *adhèrent* aussitôt, et, le courant de plasma qui avait lieu dans le pseudopode se trouvant ainsi gêné, il se forme peu à peu, au niveau du corps étranger, une varice protoplasmique dans laquelle il est englobé et qui est ensuite assez lentement ramenée avec son contenu vers l'intérieur de la coque. *Il n'y a pas de vacuole* autour des ingesta, qui sont ainsi, dès le début, en contact immédiat avec le sarcode. Il n'y a donc pas lieu de se demander s'il se fait ou ne se fait pas une *sécrétion* digestive acide autour des ingesta. Des grumeaux d'alizarine sulfo-conjuguée, ingérés par la Gromie, indiquent simplement la réaction du protoplasma *dans lequel ils baignent*. Cette réaction est légèrement alcaline (teinte rose de l'alizarine); *elle ne varie pas* quand on modifie le milieu extérieur jusqu'à y obtenir et même y dépasser l'alcalinité correspondant à la teinte violette de l'alizarine.

» Une partie du réseau pseudopodique, séparée par une section nette du reste de l'animal (expériences de mérotomie de MM. Balbiani, Hofer, Verworn) et constituant une masse sarcodique dépourvue de noyau, se contracte d'abord et émet ensuite des pseudopodes comme un être complet, mais entre en dégénérescence au bout de quelques heures. Pendant les premiers temps qui suivent l'opération, les courants existant dans les pseudopodes de la masse énucléée peuvent encore englober les corps solides, de la même façon que la Gromie complète. Des grumeaux d'alizarine ainsi ingérés indiquent toujours la réaction du protoplasma qui les baigne. Or, si l'on augmente l'alcalinité de l'eau ambiante, la couleur des grumeaux internes ne tarde pas à s'en ressentir; elle finit par être identique à celle des autres particules d'alizarine restées à l'extérieur. En comparant ce résultat à celui que donne l'être complet, on est naturellement amené à attribuer au noyau la propriété de maintenir constante la réaction (et peut-être, dans de certaines limites, la composition) du protoplasma qui l'entoure, soit en influant directement sur les échanges de matières entre ce protoplasma et l'extérieur, soit, ce qui me semble plus probable, en modifiant ces matières une fois qu'elles sont arrivées dans le protoplasma.

» Quand une de ces masses sans noyau est fraîchement séparée de la Gromie, ses pseudopodes peuvent se rencontrer avec ceux de l'être d'où

elle provient. Dans ce cas, il y a soudure immédiate, et tout se passe comme si la plaque polygonale qui se trouve ainsi ajoutée au réseau pseudopodique de la Gromie n'en avait jamais été séparée. Si les pseudopodes de la Gromie rencontrent, au contraire, une des gouttes sarcodiques sphéroïdales qui constituent l'état de dégénérescence de la masse isolée, le contenu de la sphérule *coule dans le pseudopode*, vers la coque (comme cela a été fort bien décrit par Verworn chez des Foraminifères marins).

» J'interprète ces deux faits comme des phénomènes de *nutrition* ramenés à ce qu'ils ont de plus simple; le premier consiste en l'addition, à une masse sarcodique d'une masse sarcodique de composition identique; le second, en l'addition d'une masse dont la composition s'est modifiée par des échanges anormaux avec l'eau ambiante, mais est encore assez voisine de celle de la Gromie nucléée. Ce dernier phénomène ressemble, à s'y méprendre, au passage du plasma d'un Infusoire dans celui d'un Acinétien par le canal du tube suceur. Un troisième fait, un peu plus complexe, sera l'ingestion d'un Infusoire par une Gromie; les parties de sa substance qui sont directement miscibles au plasma dans lequel il baigne peuvent s'ajouter directement à ce plasma. Les courants centripètes que l'on observe seraient, dans ce cas, en rapport avec la fonction dévolue au noyau, de maintenir constante la composition du protoplasma. Ce serait au noyau qu'appartiendrait la fonction d'*assimilation* (au sens étymologique du mot).

» Dans tous les cas précédents, il n'y a pas eu *digestion*, puisqu'il n'a été question que de substances miscibles avec le protoplasma ambiant; mais le protoplasma est aussi susceptible de dissoudre certaines substances baignant dans son intérieur (les parties plus solides des Infusoires, par exemple ; les grains d'amidon aussi sont profondément modifiées). Ces solutions ne peuvent se faire que dans un protoplasma de composition déterminée, et cessent de se produire dans les masses sarcodiques isolées, dès que la composition de ces masses est devenue notablement différente de celle du liquide plasmatique nucléé dans lequel étaient solubles les ingesta.

» Toutes les observations que je viens de résumer sont en rapport avec la très faible valeur de la tension superficielle qui existe au contact de l'eau et du plasma de la Gromie; d'autres faits, que je ne puis exposer dans cette courte Note, corroborent cette manière de voir. Au contraire, au contact de l'eau et de l'*Amœba proteus*, j'ai été amené à conclure à l'existence d'une très forte tension superficielle. De nombreuses observations, et en particulier l'étude de ce qui se passe quand on comprime une de ces grosses amibes, m'ont prouvé qu'il y a, à ce point de vue, deux liquides

différents dans son sarcode : l'un externe, l'ectoplasme, séparé de l'eau par une tension superficielle relativement très forte; l'autre interne, chargé de granulations, qui est au contraire presque absolument miscible avec l'eau.

» Les corps solides en suspension dans l'eau n'adhèrent pas à l'ectoplasme; l'ingestion se fait d'une façon que j'ai décrite ailleurs; les ingesta ne sont pas au contact du plasma; ils entraînent une goutte d'eau qui s'entoure naturellement d'une couche du liquide ectoplasmique, avant de pénétrer dans l'endoplasme, avec lequel elle ne peut plus ainsi se mélanger. Ici donc il y a *vacuole;* il y aura *sécrétion*, terme qui ne signifiait rien dans le cas de la Gromie; l'*absorption* ne pourra se faire qu'après une dissolution des ingesta dans le liquide vacuolaire, une véritable digestion. Les cas simples de nutrition par addition directe ne se retrouveront plus ici, puisqu'il ne peut pas y avoir contact immédiat entre les ingesta et le sarcode; il n'y aura que des phénomènes de nutrition, compliqués de sécrétions chimiques extra-protoplasmiques.

» Dans l'expérience classique de Bruno-Hofer, la masse dépourvue de noyau vit de douze à treize jours, tandis que quelques heures suffisent à la dégénérescence d'une masse comparable chez la Gromie. La différence des tensions superficielles se traduit ici par la tendance plus grande que manifeste le protoplasma de la Gromie à se mélanger avec l'eau.

» Si l'on considère le protoplasma comme un milieu très particulier, nécessaire à la vie d'un noyau, noyau capable d'autre part de maintenir dans de certaines limites la composition de ce milieu nécessaire à sa vie, on peut dire que *ce milieu protoplasmique est très peu différencié et très peu séparé du milieu extérieur chez les Gromies* (condition avantageuse en ce qu'elle permet l'addition directe de substance, et désavantageuse en ce qu'elle expose l'organisme à plus de dangers); *il en est, au contraire, séparé fortement, chez les Amibes, par une couche externe à tension superficielle considérable.* »

ZOOLOGIE. — *Sur les nids de la* Vespa crabro *L.; ordre d'apparition des premiers alvéoles.* Note de M. **Charles Janet**, présentée par M. Blanchard.

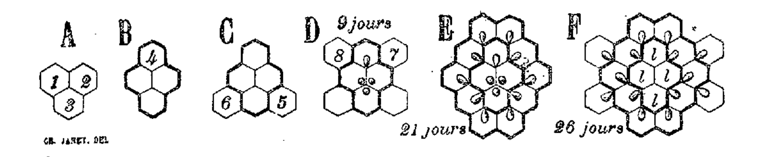
« J'ai suivi, en détail, dans le courant de l'année 1894, le développement de nids de *V. crabro* L. Cette étude m'a permis d'ajouter quelques observations nouvelles à celles des anciens auteurs. J'ai, en particulier, constaté, dans l'ordre d'apparition des premiers alvéoles, une disposition symétrique spéciale, qui mérite d'être signalée.

» Le nid que j'ai observé de la façon la plus suivie a été commencé le 14 mai, sous la toiture d'un petit kiosque en construction dans un jardin. Ni la présence des ou-

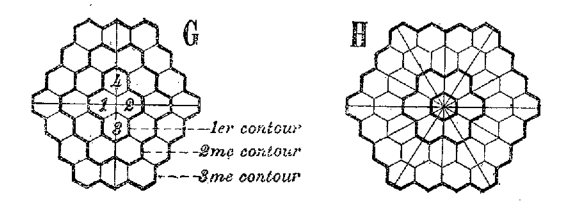
vriers qui, au lieu de tuer le Frelon, eurent la curiosité de l'observer, ni les coups de marteau qui ébranlaient la légère construction, ne détournèrent la mère fondatrice de la continuation de son travail.

» Les nids de Frelons débutent par une petite base étalée, collée sous le support choisi par la mère. Cette base se prolonge verticalement, vers le bas, en une petite tige, plus ou moins cylindrique, de $2^{mm}$ à $3^{mm}$ de diamètre et de $10^{mm}$ à $12^{mm}$ de longueur, à l'extrémité inférieure de laquelle apparaissent les premiers alvéoles.

» Souvent, les trois premiers alvéoles apparaissent tout à fait simultanément. D'autres fois, le premier apparaît et reste seul pendant un temps très court; mais, même dans ce cas, sa naissance est suivie de si près de celle du deuxième, puis de celle du troisième, et ces trois premiers alvéoles s'égalisent si rapidement, que l'on peut considérer leur apparition comme étant simultanée (*fig.* A). L'adjonction, également




presque immédiate, d'un quatrième alvéole, donne un ensemble à deux axes de symétrie (*fig.* B) qui constitue la véritable figure nucléale, autour de laquelle viendront se grouper les alvéoles suivants (*fig.* C et suiv.).




» Le 23 mai (9 jours) le gâteau alvéolaire comprend huit alvéoles disposés symétriquement. Les quatre alvéoles centraux contiennent chacun un œuf (*fig.* D).

» Le 4 juin (21 jours) la figure nucléale est complètement entourée d'une rangée d'alvéoles constituant ce que j'appelle le *deuxième contour* (*fig.* E et G). A cette date, il y a un œuf dans chaque alvéole, et il en sera désormais toujours ainsi, les alvéoles n'étant plus construits qu'au fur et à mesure des besoins de la ponte. On voit que les œufs ont été déposés bien exactement dans l'angle où l'alvéole a pris naissance et que leur gros bout est légèrement incliné vers l'extérieur du nid. Il en résulte que leur ensemble affecte une disposition tout à fait symétrique. Cette disposition vient confirmer la loi de symétrie déduite de l'ordre d'apparition des alvéoles, ordre dont elle n'est, d'ailleurs, qu'une simple conséquence.

» Du 6 au 9 juin (23 à 26 jours) ont lieu les éclosions des quatre premières larves (*l*, *fig.* F).

» Le 29 juin (46 jours) le gâteau est arrivé au stade de troisième contour (*fig.* G) et les deux premiers alvéoles sont operculés.

» Le 9 juillet (56 jours) la première ouvrière sort de son cocon.

» Le 18 juillet (65 jours) le quatrième contour est complet.

» Le 22 juillet (69 jours) le deuxième gâteau est amorcé sous forme d'une lame de suspension qui n'est autre chose que le prolongement de deux cloisons alvéolaires contiguës. Les deux premiers alvéoles sont construits tout à fait simultanément et la cloison qui les sépare est exactement le prolongement de la lame de suspension. Quant aux alvéoles suivants, ils se groupent symétriquement, comme pour le premier gâteau, autour de la figure nucléale formée par les quatre premiers.

» Il résulte de ce qui précède que la *fig.* H, donnée généralement pour représenter la symétrie d'un gâteau normal, ne peut, avec ses six axes, fournir une idée exacte de l'ordre d'apparition des premiers alvéoles, tandis qu'au contraire la *fig.* G, qui ne possède que deux axes de symétrie, dérive tout naturellement des figures représentant les premiers accroissements du gâteau.

» Rouget dit que, dans les nids de *V. crabro*, les alvéoles destinés aux reines n'ont pas un diamètre plus grand que les autres, mais sont seulement plus profonds. Cela n'est pas exact. Les gâteaux supérieurs sont formés d'alvéoles de $8^{mm}$ et les gâteaux inférieurs d'alvéoles de $10^{mm},5$.

» Tandis que, dans les nids de *V. germanica*, on a constaté (P. Marchal) que le nombre des gâteaux à grands alvéoles est inférieur à celui des gâteaux à petits alvéoles, on a, pour les grands nids de *V. crabro*, une proportion inverse. J'ai observé un nid dans lequel quatre gâteaux à petits alvéoles étaient suivis de huit gâteaux à grands alvéoles.

» Comme chez *V. germanica* (P. Marchal), les mâles de *V. crabro* se développent aussi bien dans les petits que dans les grands alvéoles.

» La première enveloppe est entièrement construite par la mère et reste intacte jusqu'à l'apparition des premières ouvrières. Ce sont ces dernières qui construisent de nouvelles enveloppes plus grandes et démolissent ensuite l'enveloppe primitive, devenue insuffisante.

» J'ai eu, dans mes nids, à faire subir quelques mutilations aux enveloppes, pour pouvoir examiner l'intérieur du nid, et aux gâteaux pour me procurer des larves comme matériaux d'étude. Ces mutilations ont été faites en l'absence des Frelons, que j'avais momentanément enlevés du nid et mis en liberté. J'ai constaté, à leur retour, que les dégâts faits à l'enveloppe passent toujours, pour ainsi dire, inaperçus, tandis que l'enlèvement d'un certain nombre d'alvéoles excite chez les ouvrières une vive colère, comme si elles comprenaient à quel point la seconde de ces mutilations est, pour l'avenir de la colonie, plus grave que la première.

» Tandis que les Frelons, en arrivant au nid, partagent le plus souvent les boulettes de pâtée alimentaire qu'ils rapportent, ils ne partagent jamais les boulettes de pâte de bois. Chacun emploie intégralement la totalité de la boulette qu'il a récoltée. Presque

toujours, dans les jeunes nids, les ouvrières, après avoir employé la majeure partie d'une boulette à la construction de l'enveloppe, en conservent un petit reliquat qu'elles utilisent, après un malaxage complémentaire, pour la construction des alvéoles.

» Comme cela a été bien vu par les anciens auteurs, les Frelons emploient le bois pourri pour construire leur nid. On a dit qu'ils employaient aussi, à cet usage, les écorces des arbres vivants. Cela me paraît être inexact, car, bien que mes Frelons aient, en septembre et en octobre, attaqué l'écorce des Frênes du voisinage, il m'a été impossible de trouver dans leurs nids des parties construites avec ces écorces.

» Le véritable motif pour lequel les Frelons attaquent, en fin de saison, les arbres vivants paraît donc être uniquement le besoin qu'ils éprouvent de se procurer la sève qui suinte des écorces entamées, sève qui constitue, grâce aux substances qu'elle contient, un liquide nutritif.

» Les ouvrières d'un certain âge, mais cependant encore bien actives au travail, cessent à peu près complètement de fonder de nouveaux alvéoles, tandis que les plus jeunes ouvrières s'adonnent avec ardeur à cette occupation. Dès le lendemain de leur éclosion, ces dernières savent aller enlever, sur le bord de l'enveloppe, de la pâte molle qu'une ouvrière âgée vient de poser, la malaxer à nouveau et l'employer à la fondation de nouveaux alvéoles. En dehors de cette spécialisation, il m'a été impossible de trouver aucune division bien nette du travail entre les ouvrières. »

GÉOLOGIE. — *Les lambeaux de recouvrement de l'Ubaye.* Note de MM. **E. Haug** et **W. Kilian**, présentée par M. Fouqué.

« Il existe peu de régions, dans les Alpes françaises, dont la constitution géologique soit aussi compliquée que celle de la vallée de Barcelonnette et des montagnes qui l'entourent au nord et au sud, entre Ubaye et Jausiers. Nous étudions leur structure depuis plusieurs années, en vue d'une monographie, et ce n'est que lors de nos dernières courses que nous sommes arrivés à une interprétation satisfaisante des difficultés tectoniques qui se dressaient partout, surtout dans les massifs un peu élevés.

« Dans le fond de la vallée, les allures des couches sont en général assez simples. La rivière de l'Ubaye traverse, en aval du Martinet et jusqu'à son confluent avec la Durance, une série de couches dirigées nord-ouest-sud-est et plongeant régulièrement

vers le nord-est. Remontant le cours de la rivière, on coupe successivement, à partir du Lias supérieur, tous les étages jurassiques, puis les calcaires noirs néocomiens, les marnes aptiennes et les sédiments variés de l'Éocène supérieur, qui supportent au Lauzet un synclinal couché de grès d'Annot.

» En amont du Martinet, on observe jusqu'à Jausiers une succession assez régulière d'anticlinaux et de synclinaux à pendage isoclinal vers le nord-est. Les anticlinaux sont constitués par les gypses du Trias (Clot Meyran, entre les Thuiles et Saint-Pons, Uvernet, Méolans), ou par des calcaires bajociens fortement laminés qui forment des barres rocheuses au milieu des *terres noires* bathoniennes, calloviennes et oxfordiennes, correspondant aux synclinaux.

» A peu de distance au sud et à l'est de Barcelonnette, les allures du soubassement des montagnes changent : la vallée du Bachelard est creusée dans une grande voûte régulière, dont le centre est occupé par du Lias à faciès dauphinois, mais avec intercalations de masses puissantes de brèche du Télégraphe ; les torrents de Clapouse et de Terres-Pleines entament une série de couches allant du gypse triasique au Bathonien et formant deux plis anticlinaux couchés vers le nord, dont les charnières sont en partie conservées. Ce qui rend ces plis et la voûte du Bachelard particulièrement intéressants, c'est le fait remarquable que les dépôts tertiaires s'étendent par-dessus ces accidents sans y avoir pris part, recouvrant en discordance angulaire les couches secondaires redressées. Entre le vallon de Terres-Pleines et celui de Clapouse les grès d'Annot reposent même sur du Trias renversé, comme nous avons pu le constater en 1892, en compagnie de M. Léon Bertrand. C'est la première fois que l'on signale l'existence, dans les Alpes, de *plis couchés anténummulitiques*.

» Le massif de l'Aulan (Chapeau du Gendarme, de la Carte), les Siolanes, le Caire, le Morgon présentent, dans leurs parties élevées, une composition et une structure complètement différentes de celles de leur soubassement. Tous ces sommets sont constitués par du Trias, du Jurassique, des calcaires nummulitiques. Mais, tandis que dans la série du soubassement tous les étages jurassiques sont représentés; sur les hauteurs, le Lias est recouvert immédiatement par le Jurassique supérieur, et l'un et l'autre possèdent des caractères étrangers au reste de la région. Le Lias, qui débute par des couches à *Avicula contorta* ou par des arkoses, est constitué par des calcaires compactes à gros amas de silex, avec Gryphées et Bélemnites. Le Jurassique supérieur est représenté par des calcaires gris coralligènes et par des calcaires bréchiformes rouges. Ces faciès sont ceux du Lias et du Jurassique supérieur de la zone du Briançonnais et, en particulier, des environs de Guillestre, où les étages moyens du Jurassique

font aussi le plus souvent défaut. Le Néocomien est représenté à l'Aulan seulement; ailleurs les calcaires nummulitiques reposent immédiatement sur le Jurassique supérieur, comme dans l'Embrunais et dans le bas Queyras.

» Au milieu d'une région dont les terrains présentent dans les parties basses, d'une manière constante, le faciès dauphinois, s'élèvent donc plusieurs montagnes constituées par des terrains à faciès tout différents. Ce sont de véritables *masses exotiques*, analogues aux *klippes* des Alpes suisses; mais, tandis qu'en Suisse et en Savoie il n'est pas encore prouvé que toutes les *klippes* soient des lambeaux de recouvrement et que, au cas où elles devraient être réellement considérées comme des témoins de grandes masses charriées, il n'est pas possible actuellement d'indiquer d'une manière certaine le sens d'où est venu le recouvrement, il n'en est pas de même dans l'Ubaye, car, non seulement la superposition anormale des masses exotiques au soubassement ne fait plus aucun doute pour nous, mais nous sommes encore à même, dès à présent, d'indiquer avec certitude de quelle direction est venu le charriage.

» En effet, la superposition anormale est nettement visible en plusieurs points : à l'Aulan, où la masse exotique repose sur le Jurassique moyen; au-dessus de la Maure, près d'Uvernet; à l'Escoureous, où elle repose sur le Flysch. La masse immense de la Grande Siolane est constituée par une série renversée de grès d'Annot, de calcaire nummulitique, de Jurassique supérieur, de Lias à Gryphées et d'Infralias, ce dernier formant le sommet et le tout reposant sur un substratum de Flysch.

» Quant à l'origine du recouvrement, l'identité de faciès que présentent les terrains jurassiques des *klippes* avec les terrains de même âge de l'Embrunais indique déjà un charriage venu de la zone du Briançonnais. D'autre part, des charnières conservées dans plusieurs de nos *klippes* montrent que celles-ci doivent être considérées comme des témoins épargnés par l'érosion de vastes plis couchés refoulés vers le sud et vers le sud-ouest.

» De grandioses charnières anticlinales sont nettement visibles dans le massif de l'Aulan et dans celui du Caire : un noyau de Trias est entouré, dans les deux cas, par une enveloppe de Lias, de Jurassique supérieur et de calcaire nummulitique formant un vaste anticlinal à convexité tournée vers le sud. Au Morgon, on observe, sur le versant nord, un grand synclinal à noyau liasique entouré de Trias et superposé au soubassement de Jurassique moyen. Dans une même *klippe* les charnières sont presque toujours multiples, deux ou trois plis sont empilés les uns sur les autres, les anticlinaux ayant toujours leur convexité tournée vers le sud.

» *Les lambeaux de recouvrement de la région de l'Ubaye sont donc des*

*témoins d'un grand pli couché de terrains à faciès briançonnais refoulé vers le sud-ouest sur un soubassement de terrains à faciès dauphinois*; ils correspondent presque toujours à une partie du pli couché voisine de la charnière, dans laquelle se sont formés des plis secondaires superposés.

» Les flancs du pli sont également en partie conservés. On doit envisager comme tels les affleurements de Trias qui s'étendent de Jausiers au col de l'Eyssalette, séparant les terrains jurassiques du soubassement des grandes masses de Flysch formant la crête qui sépare l'Ubaye de l'Embrunais. Ils correspondent certainement à un anticlinal couché, entamé par l'érosion, car on y observe une double succession complète des assises, avec au centre les quartzites et même, aux Sagnières, des arkoses rouges permiennes. L'absence du Jurassique dans toute cette partie du pli correspondant aux flancs peut s'expliquer par l'étirement qu'ont subi les couches et par un véritable *afflux de la masse plissée dans la région de la charnière*, qui se trouve ainsi pour ainsi dire nourrie, comme c'est le cas également, d'après les observations récentes de M. Briart, dans le grand pli couché du bassin houiller franco-belge. Comme dans cette région, le flanc inverse du pli se trouve le plus souvent entièrement supprimé par le charriage.

» Les flancs du pli couché plongent vers le nord-est, reparaissent sur le versant d'Embrun, sur tout le pourtour du vallon des Orres, puis s'enfoncent sous un énorme paquet synclinal de Flysch à replis multiples et disposé en éventail. Ce n'est qu'au delà de cette bande que réapparaissent, dans la Haute-Ubaye et dans les environs de Guillestre, les terrains secondaires, portant quelques lambeaux de Flysch; mais là les plis sont déversés vers l'Italie et ne peuvent plus être mis en corrélation avec le pli couché de l'Ubaye. *La racine de ce pli se trouve donc cachée sous la zone du Flysch.* »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Sur les conditions de propagation de la fièvre typhoïde, du choléra et du typhus exanthématique.* Note de M. **Renard**, Directeur du Service de santé du 1er corps d'armée, présentée par M. Brouardel.

« Il ressort des observations faites par les médecins militaires l'immunité presque absolue des troupes pour la fièvre typhoïde, lorsque celles-ci sont casernées et abreuvées en eau de source, ou, à son défaut, d'eau potable filtrée par l'appareil Chamberland.

» Les prescriptions du service de santé de l'armée, là où elles ont été

strictement exécutées, ont mis les soldats presque à l'abri de la fièvre typhoïde et du choléra. La mortalité annuelle dans toute l'armée, par fièvre typhoïde, est tombée, en cinq ans, de 1200 à 400. Pour la fièvre typhoïde et le choléra, ce sont les individus qui vivent en dehors de la caserne, les ordonnances notamment, qui payent le plus lourd tribut.

» Dans la région du Nord, il n'y a guère que pendant les manœuvres, quand les soldats boivent de l'eau de puits, de ruisseau ou de mare, que quelques groupes sont atteints.

» Quant au typhus exanthématique, son mode de propagation est différent. Transporté de Bretagne par les mendiants, cheminaux et roulottiers, il n'a attaqué que ceux qui étaient immédiatement en rapport avec eux, les gendarmes, les gardiens de prison, les juges d'instruction, les avocats, les médecins, les infirmiers et les sœurs; les militaires sont restés indemnes. Là où la désinfection a été faite avec soin, l'épidémie a été immédiatement enrayée. »

M. **Foveau de Courmelles** adresse, par l'entremise de M. Brouardel, une Note intitulée « Contributions à l'étude de l'ozone ».

A 3 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures. M. B.

---

## BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

### Ouvrages reçus dans la séance du 31 décembre 1894.

*Annales de Chimie et de Physique*, par MM. Berthelot, Pasteur, Friedel, Mascart. Septième série. Janvier 1895. Tome IV. Paris, G. Masson, 1895; 1 fasc. in-8°.

*Annales agronomiques*, publiées sous les auspices du Ministère de l'Agriculture, par M. P.-P. Dehérain, Membre de l'Institut, professeur de Physiologie végétale au Muséum d'Histoire naturelle, etc. N° 12, 25 décembre 1894. Paris, G. Masson, 1894; 1 fasc. in-8°.

*Bulletin de l'Académie de Médecine,* publié par MM. J. Bergeron, Secrétaire perpétuel, Cadet de Gassicourt, Secrétaire annuel. Séance du 26 décembre 1894. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

*Nouvelles Annales de Mathématiques. Journal des candidats aux Écoles spéciales, à la Licence et à l'Agrégation,* rédigé par MM. Ch. Brisse et E. Rouché. Décembre 1894. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1894; 1 fasc. in-8°.

*Bulletin de la Société de Géographie.* Tome XV. 3e trimestre 1894. Paris; 1 vol. in-8°.

*Les Hématozoaires de l'homme et des animaux,* par les Drs Laveran et R. Blanchard. Première Partie : *Protozoaires du sang.* Paris, Rueft et Cie, 1895; 1 vol. in-8°.

*Bégaiement et autres défauts de prononciation,* par le Dr Chervin, Directeur de l'Institut des bègues de Paris. Paris, 1 vol. in-8°.

*Acta Mathematica,* Journal rédigé par M. G. Mittag-Leffler. 18 : 3. Paris, A. Hermann; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Hermite.)

*La Colombophilie belge,* par Félix Rodenbach. Roubers, L. Ackermann, 1894; 1 vol. in-8°.

*Bulletin de l'Académie royale de Médecine.* Tome VIII. N° 10. Année 1894. Bruxelles, F. Hayez; 1 fasc. in-8°.

*Bulletin de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg.* 5e série. Septembre, octobre, novembre 1894. Saint-Pétersbourg; 3 fasc. in-4°.

*Poliedrografia sperimentale, l'Unita di Misura delle forme poliedriche o cristalline, per* Ferdinando Faraone. Napoli, Cesare, 1894; 1 fasc. in-8°.

*Protovo e globuli polari dell'* Amphorina cærulea. *Communicazione del Prof.* Salvatore Trinchese. Bologna, 1894; 1 fasc. in-8°, avec photographies.

*Journal of the royal microscopical Society,* edited by F. Jeffrey Bess, M. A. Part. 6. December. London, 1894; 1 vol. in-8°.

FIN DU TOME CENT-DIX-NEUVIÈME.

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

# TABLES ALPHABÉTIQUES.

JUILLET — DÉCEMBRE 1894.

## TABLE DES MATIÈRES DU TOME CXIX.

### A

B

## C

## D



## E

## F



## G

## H



## I

## L



## M

## N

# O



# P

## Q



## R



## S

## T

## V



## Z

# TABLE DES AUTEURS.



## B

# C

# D

## E



## F

## G

## H

I



J



K

L

M

## N



## O



## P

## R

## S

# T

## V

W



Y



Z

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

21151 Paris, — Quai des Grands-Augustins, 55.